

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

**El rol de las perchas naturales para favorecer la dispersión de semillas y
el establecimiento de renovales en un bosque del Espinal de Córdoba**

Estudiante: Micaela Sol Marasas

Directora: Dra. Daniela Tamburini

Co-Director: Dr. Sebastián Dardanelli

Lugar de Trabajo: Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables (CERNAR).

Fecha: 30 de noviembre 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”*

Tribunal Examinador

Nombre y Apellido: Firma:

Nombre y Apellido: Firma:

Nombre y Apellido: Firma:

Calificación:

Fecha:

ÍNDICE

Resumen	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	8
Materiales y Métodos	9
Área de estudio.....	9
Metodología	11
Observaciones focales de aves por percha.....	15
Determinación de la regeneración debajo de cada percha.....	16
Análisis de laboratorio	16
Análisis de datos	16
Resultados.....	18
Composición y caracterización de la lluvia de semillas	18
Renovales de plantas leñosas con frutos ornitócoros.....	25
Visita de aves en las perchas naturales	28
Discusión	32
Composición y caracterización de la lluvia de semillas	32
Renovales leñosos establecidos debajo de las perchas naturales.....	34
Visita de aves en las perchas naturales	36
Conclusión	37
Agradecimientos	38
Bibliografía.....	39
Anexos	48

Resumen

Las perchas naturales proporcionan sitios para que las aves consumidoras de frutos se posen, defequen o regurgiten incrementando la dispersión de semillas. A su vez, estas perchas naturales pueden favorecer al establecimiento de renovales bajo su copa (efecto nodriza). De este modo las perchas naturales presentes en áreas abiertas degradadas, contribuyen a la restauración pasiva a través del proceso de nucleación. En este trabajo, se propuso estudiar el rol que cumplen las perchas naturales para favorecer la dispersión de semillas y el establecimiento de renovales de plantas leñosas con frutos ornitócoros en un sitio abierto y disturbado, en el Espinal de Córdoba. La especie seleccionada como percha natural fue *Vachellia caven* por su dominancia en el área degradada y por su rol como planta pionera y nodriza. Se seleccionaron 30 perchas naturales, y se instalaron dos trampas de semillas, una bajo la copa y otra control (sin percha) a dos metros de cada percha. Adicionalmente, se instalaron 30 trampas de semillas en el interior del bosque colindante. Desde junio del 2018 hasta mayo del 2019 las trampas fueron monitoreadas y las semillas dispersadas por las aves recolectadas mensualmente. En total se recolectaron 110 semillas pertenecientes a 16 entidades taxonómicas. La abundancia y riqueza de semillas fue significativamente mayor bajo las perchas naturales que en las trampas control y del bosque. Las semillas pertenecieron a plantas con frutos ornitócoros y secos. Más de la mitad de la abundancia total perteneció a especies con frutos ornitócoros. Las especies con frutos ornitócoros dispersados fueron *Celtis ehrenbergiana*, *Lycium ciliatum* y *Morus alba*. Las semillas de origen nativo (*C. ehrenbergiana* y *L. ciliatum*) fueron recolectadas en ambas estaciones, y la exótica (*M. alba*) en la estación húmeda. No se encontró diferencia significativa en abundancia y riqueza de semillas ornitócoras de origen nativo y exótico. El establecimiento de renovales leñosos con frutos ornitócoros fue significativamente mayor (abundancia y riqueza de especies) en el tratamiento percha natural que en el sitio abierto sin percha. Las especies con frutos ornitócoros más abundantes fueron *Celtis ehrenbergiana* y *Cestrum parqui*. Treinta y dos especies de aves utilizaron las perchas naturales de las cuales 16 son consumidoras de frutos como primer o segundo ítem de preferencia y representaron más de la mitad de la frecuencia del uso de las perchas naturales. La presencia de perchas naturales constituidas por árboles aislados de *V. caven* favorecen la restauración pasiva del bosque de Espinal ya que incrementan notablemente la llegada de semillas y el establecimiento de plántulas. Mantener estos árboles aislados en

áreas deforestadas es imprescindible para lograr la restauración y aumentar la conectividad de los relictos de bosque del Espinal, ya que favorecen la restauración por nucleación mediada por las aves.

Palabras clave: frutos ornitócoros, aves frugívoras, nucleación, restauración, perchas naturales

Introducción

A pesar de los numerosos servicios ecosistémicos (SE) que los bosques nativos brindan a la sociedad, las políticas de desarrollo socioeconómicas de las últimas décadas en la provincia de Córdoba han avanzado sin considerar su conservación ni uso sostenible. Los cambios de uso del suelo practicados en la provincia redujeron las formaciones boscosas a menos del 5% de su superficie original en tan solo 30 años (Barchuk *et al.*, 2010; Cabido y Zak, 2010; Agost, 2015; Cáceres *et al.*, 2015). La ecorregión del Espinal al presentar suelos muy aptos para el desarrollo de actividades agrícolas, sufrió una franca declinación a partir de principios del siglo XX (Arturi, 2006; Cabido y Zak, 2010). Actualmente gran parte de estos bosques han desaparecido en Córdoba, quedando solo fragmentos de escasa extensión o árboles aislados inmersos en una matriz de cultivos, plantaciones forestales, campos ganaderos y urbanizaciones (Lewis *et al.*, 2006; Matteuci, 2012). Los relictos boscosos de mayor extensión se encuentran próximos a las localidades de Tinoco, Noetinger y Tío Pujio, y en el Corredor Biogeográfico del Caldén al Sur-Oeste de la provincia. Las principales amenazas que aún persisten son el desmonte, tala selectiva y carga ganadera excesiva con la consiguiente desertificación, salinización de los suelos, erosión y cambio en el régimen hídrico de la región (Lewis *et al.*, 2006). Este escenario produce una dramática reducción de la biodiversidad (Dardanelli y Nores, 2001; Dardanelli *et al.*, 2006a) alterando las interacciones entre plantas y animales, favoreciendo las invasiones de especies exóticas (animales y vegetales) y el declive de la cantidad y calidad de los SE fundamentales para el bienestar del ser humano (Barchuk *et al.*, 2010). Por ello, para resguardar los bosques aún existentes y los SE que proveen, es fundamental el cese de los disturbios en las áreas degradadas y el empleo de acciones de restauración y conservación. Sin acciones de restauración, las zonas disturbadas podrían llegar al punto de convertirse en ambientes que sean imposible de recuperar al ecosistema original (por

ejemplo, invadidos por especies exóticas) (Diaz Villa *et al.*, 2016; Ganduglia *et al.*, 2016, Bellis *et al.* en prensa).

La restauración ecológica (RE) está definida como el proceso de “asistir” la recuperación natural de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido, más que imponerle una nueva dirección de recuperación (McDonald *et al.*, 2016). La RE depende de varios factores, pero principalmente del reclutamiento poblacional de especies vegetales (dispersión de semillas) provenientes de remanentes de bosque cercanos, transportadas por diversos medios como el viento, el agua y los animales (Lamb y Gilmour, 2003; Levin *et al.*, 2003; McDonald *et al.*, 2016). La dispersión de semillas permite la colonización de nuevos hábitats lejos de la planta madre, reduciendo la competencia intra-específica y facilitando los procesos de germinación (Velázquez, 2010). Existen diversas estrategias de RE y contar con un diagnóstico previo del potencial de resiliencia del ecosistema a restaurar, facilita la selección de la estrategia más apropiada que aproveche al máximo este potencial de auto-recuperación con el objeto de reducir los esfuerzos y costos de implementación. Estudios han establecido que es posible evaluar el potencial de resiliencia de un área por medio del análisis del banco y de la lluvia de semillas y el monitoreo de la supervivencia de las plántulas presente en el área degradada. Una vez identificados los principales factores que actúan como barrera o como facilitadores de la regeneración, estos pueden ser manipulados para incluso, acelerar el proceso de restauración. Dependiendo del objetivo de la restauración y el potencial de auto-recuperación del sistema, es que se definen las diferentes estrategias de RE pudiendo involucrar ya sea una mínima intervención (regeneración natural o pasiva) o una máxima intervención (implantación) representando un menor o mayor costo económico. La técnica de implantación se recomienda para áreas con bajo o inexistente potencial de auto-recuperación donde todas las especies vegetales del sistema deben ser reintroducidas y las presiones antrópicas y biológicas eliminadas. Para aquellos ecosistemas donde el daño es relativamente bajo y presenta alto potencial de auto-recuperación, normalmente se procede con la estrategia de regeneración natural, que consta principalmente en proteger el área eliminando las presiones antrópicas permitiendo que la regeneración natural se siga desarrollando. Sin embargo, esta recomposición natural puede ser extremadamente lenta o inhibida en parches o paisajes altamente degradados (Ceccon, 2013).

Por otra parte, estudios han demostrado que la presencia de “núcleos” de regeneración como perchas naturales, perchas artificiales, pilas de vegetación, entre otros, pueden acelerar el proceso de regeneración natural contemplados en la técnica de RE denominada “nucleación”. Reis *et al.*, (2010), Bechara *et al.*, (2016) y Ceccon, 2013 definen a la nucleación como un proceso que involucra cualquier elemento, biótico o abiótico, que fomente la formación de núcleos de regeneración y colonización de nuevas poblaciones que luego se expandan y fusionen a través de la facilitación. Estos autores definen a la facilitación como un fenómeno por el cual una especie mejora la supervivencia, el crecimiento y el vigor de otra. Dentro de los elementos formadores de núcleos de regeneración que se pueden considerar, la presencia de perchas naturales (árboles aislados) resultan ser un aporte valioso para acelerar el mecanismo de regeneración natural al presentar mejores resultados para atraer aves frugívoras que otras estructuras de percha (Ceccon, 2013; Athiê y Dias, 2016) y áreas abiertas sin percha (Velázquez, 2010; Cavallero *et al.*, 2013; Zwiener *et al.*, 2013; Fujita, 2016; Días *et al.*, 2014; Miranda *et al.*, 2019). Dentro de los grupos de animales dispersores, las aves frugívoras cumplen un rol fundamental en la recuperación natural de la vegetación, ya que por su capacidad de vincular parches de paisajes fragmentados a grandes distancias actúan como 'enlaces móviles'. De ellas depende gran parte de la reproducción y reclutamiento exitoso de muchas especies vegetales, convirtiéndose en actores clave para la restauración de los bosques luego de disturbios (Gonzales *et al.*, 2000; Bocchese *et al.*, 2008; Jordano *et al.*, 2009; Cavallero *et al.*, 2013; Carlo y Morales, 2016; Guidetti *et al.*, 2016). Las perchas naturales, aportan tanto, complejidad estructural (estructuras para posarse), alimento (insectos, flores y frutos) y refugio para las aves dispersoras de semillas conformando sitios atractivos para que las aves dispersoras visiten y por ende dispersen las semillas (Athiê y Días, 2016). A la vez, dependiendo de la especie en cuestión, puede favorecer al establecimiento de renovales (facilitación) (Pausas *et al.*, 2006; Corbin y Holl, 2012; Fujita, 2016).

Estudios realizados en diferentes fragmentos de bosque de Córdoba demuestran que aún los más pequeños son utilizados por las aves (Dardanelli *et al.*, 2006a). Estos fragmentos pueden servir como áreas de alimentación al no haber relación entre el tamaño del fragmento con la cantidad de frutos producidos (Ponce *et al.*, 2012). Estos estudios resaltan la importancia de todos los remanentes de bosque (incluso aquellos menores a una

hectárea) por constituirse en fuentes de recursos alimenticios (Verga *et al.*, 2018) como los frutos carnosos, cuyas semillas pueden ser dispersadas por las aves frugívoras (Guidetti *et al.* 2016, en prensa). La dispersión se produce ya sea porque las aves regurgitan, defecan, o dejan caer las semillas no dañadas estableciendo un vínculo dinámico entre la planta con frutos ornitócoros y el dispersor (Schupp *et al.*, 2010). Jordano y Schupp (2000) discriminan tres tipos básicos de frugivoría dependiendo de la forma en que las aves se alimentan y manipulan las semillas en relación con sus posibles consecuencias para la dispersión definiendo un amplio gradiente de "calidad" de dispersión de semillas. Por un lado, los dispersores legítimos, tragan los frutos enteros y defecan o regurgitan las semillas intactas. En segundo lugar, los consumidores de pulpa, arrancan e ingieren solo trozos de pulpa mientras la fruta está unida a su pedúnculo o arrancan el fruto y comen la pulpa en otra percha, y finalmente los depredadores de semillas, que extraen y rompen las semillas de las frutas ingiriendo su contenido. Se demostró que la habilidad de manipulación e ingestión de los frutos por parte de las aves frugívoras dependen del tamaño del fruto, del tamaño de la semilla y del tamaño del ave, particularmente de la apertura de la boca (Levey, 1987; Jordano, 2000). A su vez, los frutos seleccionados son generalmente inodoros y de colores contrastantes como el negro, violeta, rojo, naranja o blanco (Willson y Whelan, 1990; Schaefer *et al.*, 2007).

Si bien, la eficiencia de las perchas naturales ha sido demostrada en otros países como Brasil, Japón, España y Chile (Bocchese *et al.*, 2008; Velázquez, 2010; Zwiener *et al.*, 2013; Fujita, 2016; Días *et al.*, 2014; Miranda *et al.*, 2019), casi no hay estudios que evalúen su rol en Argentina. Solo existe un estudio que evalúa el rol de árboles muertos en pie que quedaron luego de incendios en un área de bosque en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Río Negro (Cavallero *et al.*, 2013). Por estas razones, es importante evaluar el rol de los árboles aislados para favorecer la restauración por nucleación de bosques nativos como el bosque del Espinal de Córdoba.

A partir de estos antecedentes, se plantean los siguientes objetivos, hipótesis y predicciones

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el rol de las perchas naturales (árboles aislados de *Vachellia caven*) para favorecer la dispersión de semillas por aves y el establecimiento de renovales leñosos en un área de bosque de Espinal degradado bajo sucesión ecológica.

Objetivos Específicos

- 1 Evaluar la abundancia y riqueza de la lluvia de semillas de plantas con frutos ornitócoros entre sitios de bosque, sitios abiertos disturbados con perchas naturales y sitios abiertos disturbados sin percha.
- 2 Comparar la abundancia y riqueza de renovales de plantas leñosas con frutos ornitócoros entre sitios abiertos disturbados con perchas naturales y sitios abiertos disturbados sin percha.
- 3 Identificar las especies de aves frugívoras que utilizan las perchas naturales.

Hipótesis 1

La presencia de perchas naturales en áreas abiertas disturbadas, influyen tanto en la riqueza como en la abundancia de la lluvia de semillas.

Predicción 1

La abundancia y riqueza de la lluvia de semillas de plantas con frutos ornitócoros será mayor debajo las perchas naturales que en áreas abiertas adyacentes sin percha y el bosque.

Hipótesis 2

La presencia de perchas naturales en el sitio abierto disturbado influye sobre el establecimiento de renovales de plantas con frutos ornitócoros.

Predicción 2

La abundancia de renovales de plantas con frutos ornitócoros en el sitio abierto disturbado será mayor debajo de las perchas naturales que en áreas adyacentes sin percha.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la ecorregión del Espinal, Distrito del Algarrobo, en la provincia de Córdoba (Cabrera, 1976). El bosque se caracteriza por ser xerófilo y bajo con un dosel discontinuo. El género arbóreo dominante es *Prosopis* acompañado por especies como el tala

(*Celtis ehrenbergiana*), el chañar (*Geoffroea decorticans*) y el espinillo (*Vachellia caven*). El estrato arbustivo está representado por especies como *Porlieria microphylla*, *Condalia* sp., *Aloysia* sp. y *Lippia* sp. y el herbáceo por gramíneas cespitosas (Cabrera, 1976; Matteucci, 2012; Cabido *et al.*, 2018; Oyarzabal *et al.*, 2018). El clima es continental estacional, con temperaturas medias anuales de alrededor de 19 °C y precipitaciones medias anuales entre 700 y 800 mm. Alrededor del 50 % de la precipitación anual ocurre en verano, el 30 % en otoño y el 16 % en primavera (Matteucci, 2012). El estudio se realizó a 15 km al suroeste de la localidad de Tío Pujio (Departamento General San Martín) dentro de la estancia “Yucat” perteneciente a la Orden de la Merced, con una superficie de 20600 ha (63°25'18.5"W; 32°21'14,2"S). Los relictos del Espinal que aún se conservan se componen por un lote de 300 ha cercano al casco de la estancia y por cejas de bosque que siguen el curso del río Ctlamochita, sumando unas 1000 ha de bosque (Figura 1). En estos relictos el estrato arbóreo es en general denso y casi continuo, con sitios de bosque más abiertos y algunos claros debido a actividades antrópicas. Se encuentran representantes de especies arbóreas nativas como algarrobos (*Prosopis alba* y *P. nigra*), tala (*C. ehrenbergiana*), espinillo (*V. caven*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), moradillo (*Schinus fasciculata*), y chañar (*G. decorticans*) y especies exóticas como la mora (*Morus alba*) (Lewis *et al.*, 2006), siempre verde (*Ligustrum lucidum*) y acacia negra (*Gleditsia triacanthos*). En cuanto a la fauna, en la estancia Yucat se han registrado alrededor de 167 especies de aves (eBird, 2012).

La estancia ha tenido diferentes usos de la tierra desde sus orígenes, con un marcado avance de las actividades agrícolas, ganaderas, extracción de leña y de urbanización en detrimento de los bosques nativos. Actualmente, entre las actividades productivas se realizan principalmente la ganadería (porcina, caprina, ovina y bovina), agricultura, y en menor escala apicultura y aprovechamiento maderero.

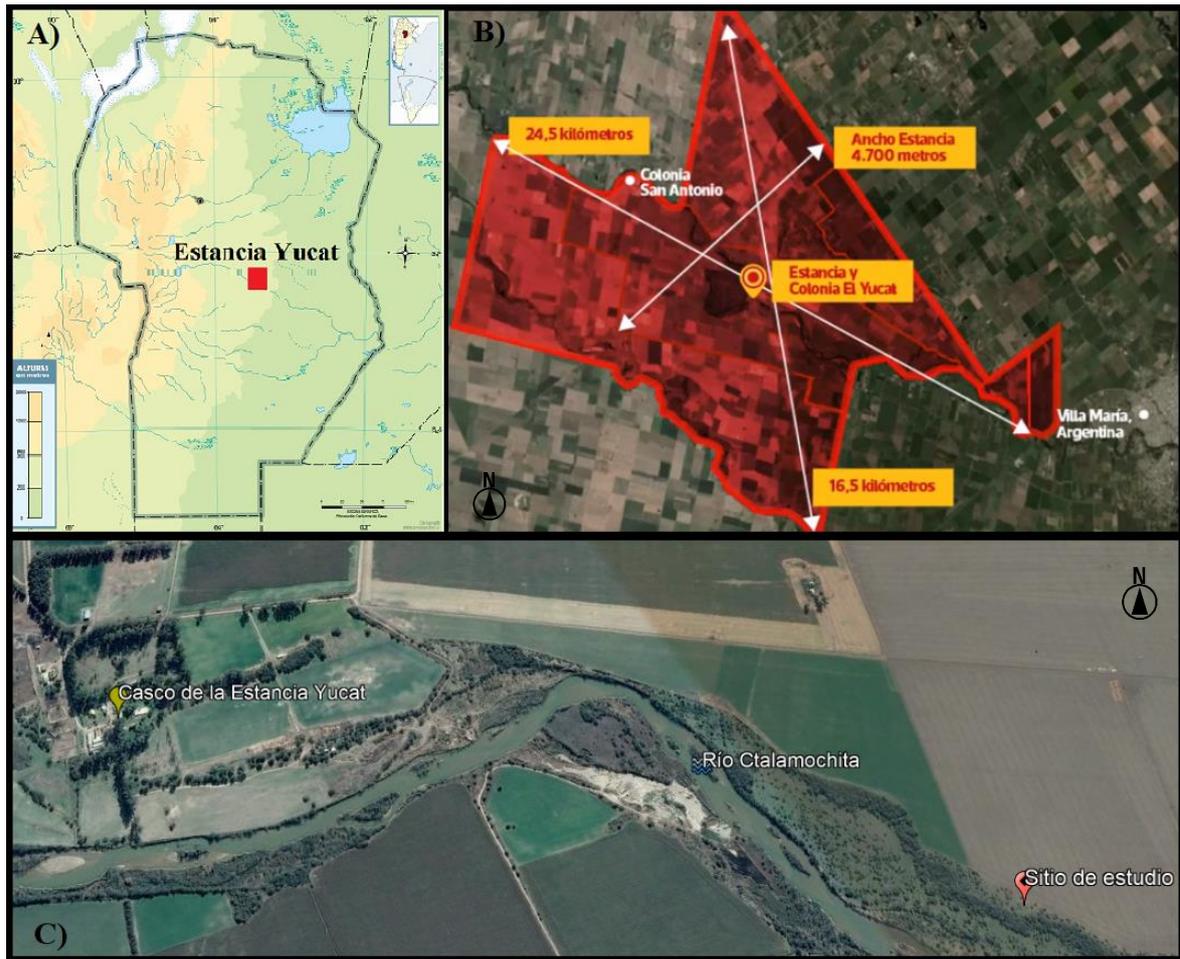


Figura 1. A) Ubicación de la estancia Yucat. B) Casco y límites de la estancia. C) Casco de la estancia y sitio de estudio (Imagen satelital de Google Earth, año 2019).

Metodología

El estudio se desarrolló durante un período de 12 meses desde junio del 2018 hasta mayo del 2019. En uno de esos meses (febrero de 2019) no se pudo tomar datos por razones climáticas. El sitio de estudio presenta dos áreas con diferente estado de conservación:

A) Área abierta disturbada: sector ubicado a 150 m desde el río Ctalamochita; posee unos 570 m de largo por 150 m de ancho conformado por un mosaico de árboles aislados y áreas abiertas cubiertas por hierbas y algunos arbustos, dejando en evidencia la pasada tala selectiva y actividad ganadera (Figura 2). La ganadería se practicó hasta el año 2017 con períodos de seis meses (de diciembre a junio). Las especies arbóreas dominantes son *V. caven* y *G. decorticans* pudiéndose observar escasos individuos aislados *Prosopis* sp. y *J. rhombifolia*.

B) Bosque colindante al área abierta disturbada: se extiende a 200 m desde el río Ctalamochita, y cuenta con algunas áreas con vegetación cerradas y otras abiertas (Figura 2). El bosque es denso con presencia de tres estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo. La vegetación es típica de la región, pero presenta las especies invasoras *M. alba* y *G. triacanthos*.

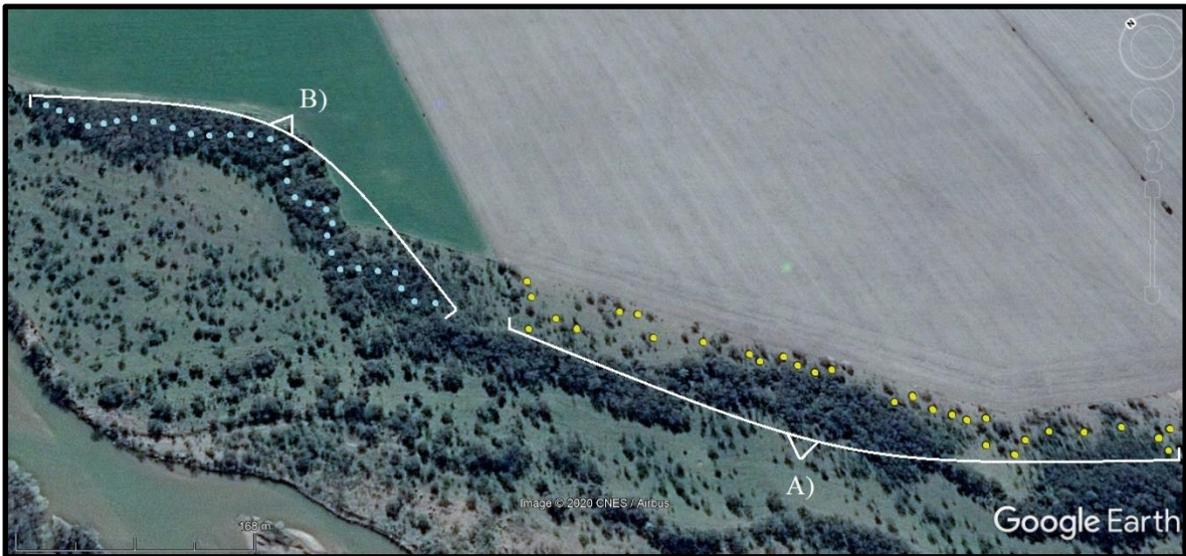


Figura 2. Sitio de estudio y esquema del experimento, en la estancia Yucat, provincia de Córdoba. A) Área abierta disturbada: con 30 perchas naturales; B) Bosque: con 30 trampas (Imagen satelital de Google Earth, 2019).

Selección de perchas naturales y colocación de trampas de semillas

En el sitio A, se seleccionaron 30 perchas naturales que cumplieron con los siguientes requisitos: distancia de 10 m o más entre sí y con otros árboles leñosos (Figura 3), altura de entre 2-5 m y 25-40 cm de diámetro de tronco (DAP). Sólo se consideraron individuos de espinillos (*Vachellia caven*) por su dominancia en el área y porque al no ser dispersada por las aves, su atractivo para las aves frugívoras se limita a la función de percha constituyendo un elemento ideal para evaluar tal efecto. Otra cualidad de esta especie, es su rol ecosistémico como planta nodriza y pionera al poder establecerse en sitios fragmentados y degradados a plena luz del sol (Ashworth *et al.*, 2015; Root-Bernstein *et al.*, 2017).

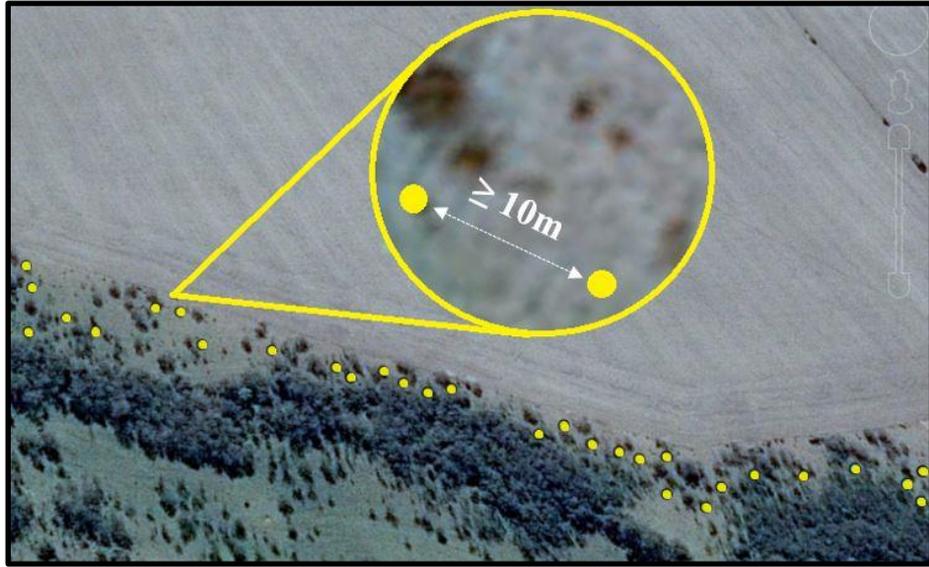


Figura 3. Área abierta disturbada: con 30 perchas naturales en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Con el fin de poder recolectar las heces o regurgitados de las aves, se colocaron trampas de 0.25m^2 ($0,5\text{m} \times 0,5\text{m}$) construidas con red de media sombra (malla de 1 mm), soportadas por cuatro patas de alambre de 30 cm elevadas con respecto al nivel del suelo para evitar la depredación y lavado de semillas (Cavallero *et al.*, 2013). Debajo de la copa de cada percha natural se colocó una trampa de semillas (tratamiento con percha) y una trampa sin percha (tratamiento control) a dos metros del fin de la proyección de su respectiva percha natural apareada y de cualquier otra percha natural cercana (Figura 4). Para la ubicación de la trampa debajo de las perchas naturales, se dividieron las copas en cuatro cuadrantes según los puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste). Primero se sorteó el cuadrante norte y sur y luego la ubicación entre los cuadrantes este y oeste.

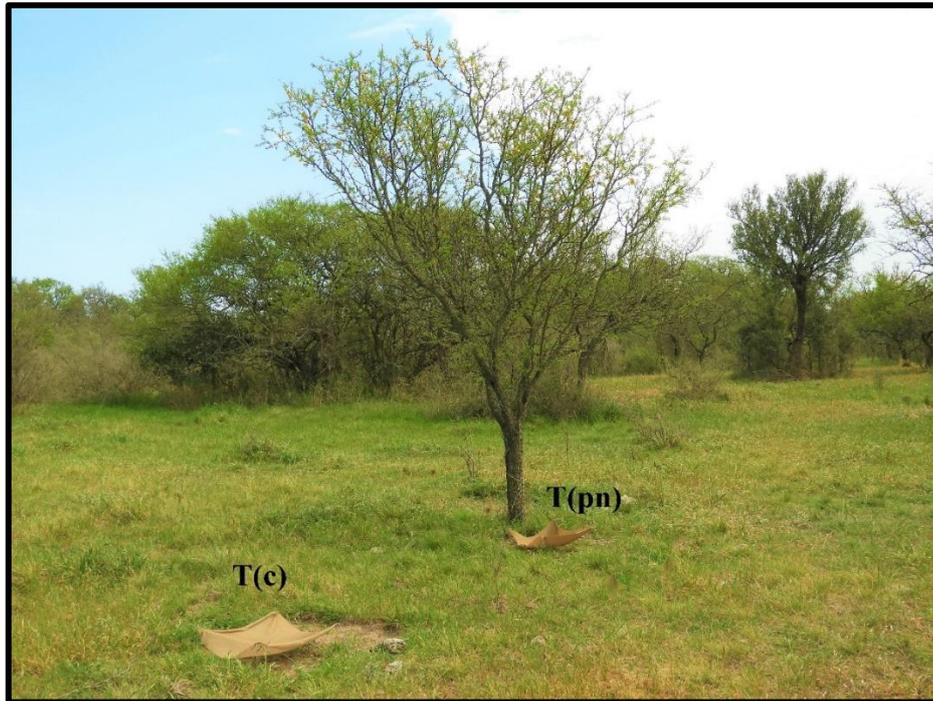


Figura 4. Percha natural (*Vachellia caven*) con trampa debajo de la copa T(pn) y trampa control sin percha T(c), en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

En el sitio B, se colocaron 30 trampas con las mismas características del tratamiento percha natural, a una distancia de 10 m entre sí siguiendo una línea recta a la misma altura de las perchas naturales (Figura 5), para comparar con la lluvia de semillas del sitio abierto disturbado.

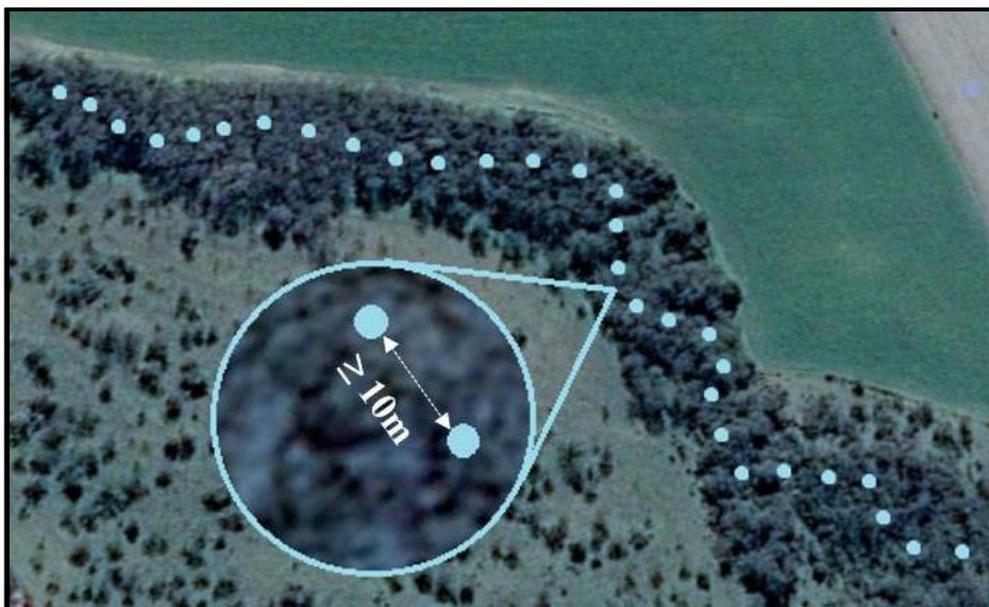


Figura 5. Bosque colindante con 30 trampas, en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Recolección de muestras en trampas de semillas

Las trampas de semillas fueron revisadas cada 30 días a lo largo de todo un año para abarcar la fenología de fructificación del total de las especies con frutos ornitócoros. En cada revisión se recolectaron las heces y regurgitados capturados en cada trampa y fueron almacenadas en bolsas de papel individuales etiquetadas hasta su posterior análisis en laboratorio. En el caso de encontrar semillas sueltas, se consideraron únicamente las semillas ornitócoras sin pulpa (es decir, aquellas que provengan de heces o de regurgitado de aves). En el sitio de bosque sólo se colectaron las heces y regurgitados de aves, para luego compararlo con las muestras del sitio abierto disturbado (Cavallero *et al.*, 2013).

Observaciones focales de aves por percha

Para determinar las especies frugívoras (posibles dispersoras de semillas) que utilizan las perchas en el sitio abierto disturbado, se realizaron observaciones directas. Las observaciones se realizaron durante las horas de mayor actividad de las aves dividida en dos bloques de tiempo, uno comprendido por las dos horas y media posterior al amanecer y otro por las dos horas y media anteriores al atardecer. El esfuerzo de muestreo fue de 300 minutos de observación por mes, a lo largo de 12 meses. Cada percha se observó individualmente desde una distancia aproximada de 10 m durante 10 minutos, usando binoculares 8x42 (Ralph *et al.*, 1996) y tomando registros con cámara de fotos. La secuencia de observaciones de las perchas individuales se eligió al azar con el objetivo de no repetir el horario de observación mes a mes. También, se registraron las aves que se posaron sobre otros árboles de *V. caven* que estuvieron a una distancia de hasta 10 m de la percha en observación. Se registró riqueza, abundancia y tiempo de permanencia en cada percha. En el caso de que más de dos individuos de la misma especie se encontraran sobre la misma percha, se registró la cantidad de individuos y se tomó el tiempo desde que llegó el primero hasta que se fue el último. Las especies fueron clasificadas según su requerimiento de hábitat (generalistas, borde o bosque), y estacionalidad (residente, residente invernal o visitante invernal) (Dardanelli *et al.*, 2006b; Salvador *et al.*, 2017) y las especies potencialmente dispersoras de semillas se clasificaron a partir de bibliografía específica (Vergara-Tabares *et al.* 2016; de la Peña y Pensiero 2017; Salvador *et al.*, 2017).

Determinación de la regeneración debajo de cada percha

En el mes de marzo se calculó la superficie de la copa de cada una de las perchas naturales, para luego debajo de la proyección identificar riqueza, abundancia y altura de los renovales leñosos establecidos. El control (sitio sin percha) se realizó a dos metros del fin de la proyección de su respectiva percha natural apareada, para una superficie equivalente a la proyección de la copa, y se realizaron las mismas mediciones.

Análisis de laboratorio

Para analizar la riqueza, y abundancia de la lluvia de semillas, se realizó un desmenuzado mecánico de las heces separando las semillas y regurgitados para su posterior identificación y conteo. La tarea se realizó en el laboratorio del CERNAR utilizando herramientas histológicas y lupa. Las semillas obtenidas de cada muestra fueron secadas en papel y mantenidas en sobres de papel madera para su posterior identificación. Únicamente las semillas enteras y sin daños físicos fueron consideradas para los análisis posteriores. La identificación de las semillas obtenidas se realizó en base a su morfología externa e interna con la ayuda de la literatura (Rodríguez *et al.*, 1982; Niembro Rocas, 1989; Petetin y Molinari, 1992; Bianco *et al.*, 2000; Rodríguez, 2009; Abraham de Noir y Bravo 2014; Bernasconi *et al.*, 2017; Eynard *et al.*, 2017), claves dicotómicas, comparaciones con semillas recolectadas en el sitio bosque y colaboración de especialistas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC. En los casos de no poder determinar la entidad taxonómica por los rasgos morfológicos de la semilla, se procedió a germinar una pequeña muestra para realizar la identificación a través de la plántula (Rodríguez *et al.*, 1982). Para ello se colocaron las semillas en bandejas de plástico cerradas con papel film y con base absorbente (Cecilia Estrabou y Romina Torres com. pers CERNAR). Se les aplicaron dosis diarias de agua destilada y se mantuvo en el germinador a temperatura entre 15-25°C con un fotoperiodo de 12h de luz. Finalmente, tras su identificación, cada entidad taxonómica fue clasificada según su origen (Nativa o Exótica) y hábito de vida (Arbóreo, Arbustivo o Herbáceo) siguiendo las clasificaciones de la Flora del Cono Sur del Instituto de Botánica Darwinion (2011).

Análisis de datos

Se obtuvieron datos de abundancia, riqueza y composición de la lluvia de semilla en cada tratamiento. A partir de las observaciones focales de las perchas se obtuvieron datos de

abundancia, riqueza y composición de aves consumidoras de frutos que utilizaron las perchas naturales. Finalmente se obtuvieron datos de riqueza, abundancia y composición de renovales establecidos debajo de las perchas naturales y en los sitios control.

Para analizar la lluvia de semillas con frutos ornitócoros, se realizaron comparaciones entre tratamientos (percha natural, control y bosque). Se realizaron modelos lineales generalizados (GLM) considerando dos factores: Tratamiento y Estación; y 8 variables respuesta: 1) abundancia de semillas por trampa, 2) abundancia de semillas de especies nativas por trampa, 3) abundancia de semillas de especies exóticas por trampa, 4) abundancia de semillas de especies con frutos ornitócoros, 5) riqueza de semillas por trampa, 6) riqueza de semillas nativas por trampa, 7) riqueza de semillas exóticas por trampa, 8) riqueza de semillas con frutos ornitócoros. Los modelos de distribución utilizados para el GLM fueron binomial negativo, enlace log, considerando análisis de discrepancia post hoc. Debido a que no se encontraron frutos ornitócoros en el tratamiento control, el análisis de las variables 4 y 8 se aplicó para los tratamientos bosque y percha natural.

Para analizar el efecto que tienen las perchas naturales sobre el establecimiento de renovales, se realizaron modelos lineales generalizados (GLM) considerando un factor: Tratamiento; y 4 variables respuesta: 1) abundancia total de renovales, 2) abundancia de renovales con frutos ornitócoros, 3) riqueza total de renovales y 4) riqueza de renovales con frutos ornitócoros. Los modelos de distribución utilizados para el GLM fueron binomial negativo, enlace log, considerando análisis de discrepancia post hoc. Debido a que no se encontraron renovales con frutos ornitócoros en el tratamiento control, el análisis GLM se realizó para la totalidad de los frutos. También se utilizó el análisis estadístico multivariado One- way ANOSIM (análisis no paramétrico de diferencias significativas entre dos o más grupos, teniendo en cuenta abundancia, riqueza y composición de especies muestreados a lo largo del tiempo) y SIMPER (método que evalúa las especies responsables de la diferencia observada entre grupos de muestras; y se reportaron las especies que contribuyeron aproximadamente en un 70% de la diferencia acumulada) ambas utilizando distancia de disimilitud Bray- Curtis.

Se elaboró un listado de las especies de aves que utilizaron las perchas naturales y se realizaron modelos lineales generalizados (GLM) considerando un factor: Estación; y 2 variables respuesta: 1) abundancia de aves frugívoras y 2) riqueza de aves frugívoras. Los

modelos de distribución utilizados para el GLM fueron binomial negativo, enlace log, considerando análisis de discrepancia post hoc.

Se realizaron análisis de correlación lineal para evaluar la relación entre la abundancia de semillas con las características de cada percha: superficie de la copa (m^2), altura (m) y distancia al bosque más cercano (m). El análisis de correlación también se realizó para los datos de abundancia de renovales leñosos con frutos ornitócoros, visita y frecuencia de uso de percha por las aves.

Para realizar los análisis estadístico y gráficos se utilizaron los programas InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011), Past (Hammer *et al.* 2001) y MS Excel.

Resultados

Composición y caracterización de la lluvia de semillas

Se obtuvo una abundancia total de 110 semillas entre los tres tratamientos. El efecto de las perchas naturales fue significativamente mayor a los otros dos tratamientos, control y bosque ($z= 3,57$; $p < 0,01$). El 53% de la abundancia total perteneció a especies con frutos ornitócoros. En el tratamiento percha se recolectaron 57 semillas con frutos ornitócoros con un promedio de 0,21 semillas por trampa, en el tratamiento bosque se recolectaron dos semillas con frutos ornitócoros con un promedio de 0,01 semillas por trampa y en el tratamiento control no se recolectó ninguna (Figura 6). Las perchas naturales recolectaron 29 veces más semillas con frutos ornitócoros que el tratamiento bosque presentando un efecto significativo ($z= 3,41$; $p < 0,01$).

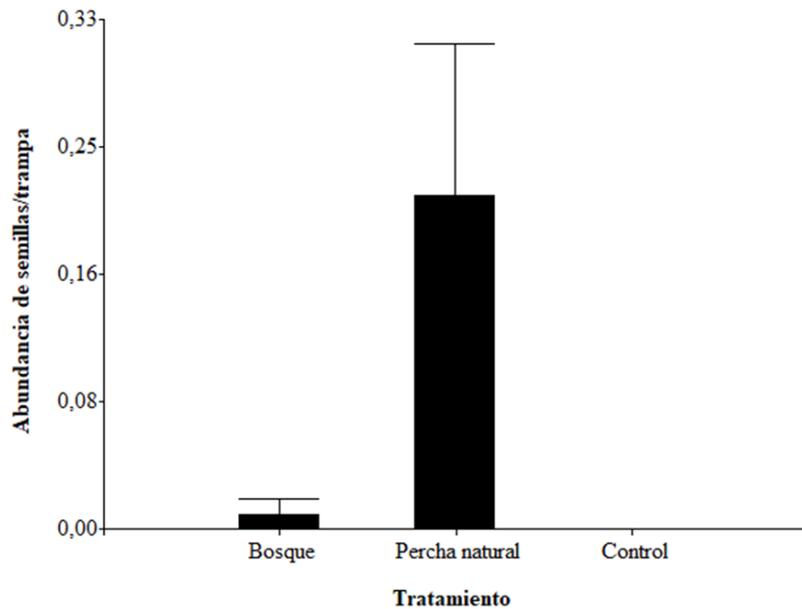


Figura 6. Abundancia promedio de semillas con frutos ornitócoros por trampa en relación a los tres tipos de tratamiento, bosque, percha natural y control en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba. La barra delgada representa el error estándar.

Se encontró una riqueza total de 16 entidades taxonómicas pertenecientes a 11 familias botánicas (Cannabaceae, Solanaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Moraceae, Urticaceae, Amarantaceae, Fabaceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Polygonaceae). Nueve fueron clasificadas hasta nivel de especie, cinco hasta género y dos, al no ser posible su identificación, fueron definidas como morfoespecie. Diez especies fueron recolectadas en las perchas naturales, siete en el bosque y dos en el control (Tabla 1). El efecto de las perchas naturales sobre la riqueza fue significativamente mayor a los otros dos tratamientos ($z= 2,87$; $p < 0,01$). De las 16 entidades taxonómicas, tres pertenecieron a especies con frutos ornitócoros. Las tres especies fueron recolectadas en el tratamiento percha natural y una en el tratamiento bosque. En promedio se encontraron 0,1 especies con frutos ornitócoros por trampa bajo perchas naturales y 0,004 en el bosque, presentando diferencias significativas ($z= 2,3$; $p = 0,02$).

De las semillas recolectadas en el tratamiento bosque, a cuatro especies fue posible determinar su tipo de fruto, siendo una con frutos ornitócoros y tres con frutos secos. Cinco de las especies recolectadas en el bosque, fueron exclusivas de ese sitio: dos del género

Polygonum, una de la familia Euphorbiaceae, una calificada como morfoespecie2 y una del género *Amaranthus* (Tabla 1).

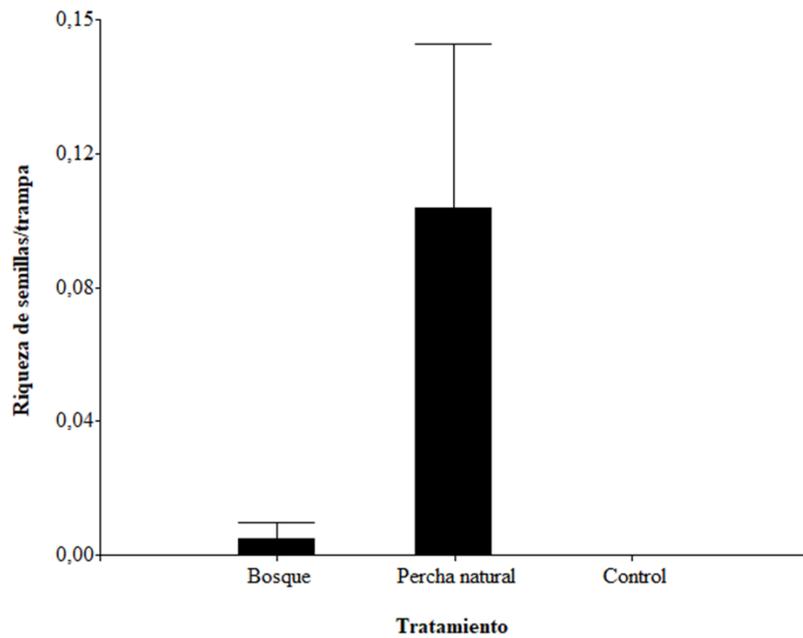


Figura 7. Riqueza promedio de semillas con frutos ornitócoros por trampa en relación a los tres tipos de tratamiento, bosque, percha natural y control en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba. La barra delgada representa al error estándar.

Tabla 1. Abundancia e identidad de semillas dispersadas por aves en cada tratamiento (bajo perchas naturales, en trampas control y dentro del bosque). Se indica el hábito, status y tipo de fruto de cada especie identificada. Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Status	Tipo de fruto (Seco/Carnoso)	N° semillas			
						Percha	Control	Bosque	Total
Cannabaceae	<i>Celtis ehrenbergiana</i>	Tala	Arbóreo	Nativo	Carnoso	17	0	0	17
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i>	Perejilillo	Herbáceo	Nativa	Seco	6	0	0	6
Poaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Pasto colorado	Herbáceo	Exótica	Seco	11	0	1	12
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsa del pastor	Herbáceo	Exótica	Seco	1	1	0	2
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i>	-	Herbáceo	Nativa	Seco	3	0	0	3
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Mora	Arbóreo	Exótica	Carnoso	28	0	0	28
Amarantaceae	<i>Amaranthus</i> sp.1	-	Herbáceo	-	-	3	0	0	3
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i>	Trébol lupulina	Herbáceo	Exótica	Seco	0	2	0	2
Poaceae	<i>Panicum bergii</i>	Paja voladora	Herbáceo	Nativa	Seco	1	0	0	1
Poaceae	<i>Agrostis</i> sp.	-	Herbáceo	-	-	13	0	0	13
-	sp.1	-	-	-	-	0	0	2	2
Euphorbiaceae	sp. 3	-	-	-	-	0	0	1	1
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.1	-	Herbáceo	-	Seco	0	0	2	2
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.2	-	Herbáceo	-	Seco	0	0	1	1
Amarantaceae	<i>Amaranthus</i> sp.2	-	Herbáceo	-	-	0	0	3	3
Solanaceae	<i>Lycium ciliatum</i>	Pela-suri	Arbustivo	Nativo	Carnoso	12	0	2	14

Composición de semillas dispersadas en las perchas naturales

Las semillas pertenecieron a dos hábitos de vida, tres especies al hábito arbóreo y siete al herbáceo (Tabla 1). Las especies arbóreas representaron un 54% de la abundancia de semillas y las herbáceas un 46%.

A nueve de las diez especies fue posible determinar el tipo de fruto del que provienen (Tabla 1). Las semillas con frutos ornitócoros pertenecieron a las especies: *M. alba*, *C. ehrenbergiana* y *Lycium ciliatum*, y las semillas con frutos secos a las especies: *Bowlesia incana*, *Echinochloa crusgalli*, *Capsella bursa-pastoris*, *Agrostis sp.*, *Amaranthus sp.1.*, *Parietaria debilis* y *Panicum bergii*.

El 60% de la abundancia perteneció a especies con frutos ornitócoros y un 40% a frutos secos. Las especies más abundantes fueron *M. alba* y *C. ehrenbergiana* (Figura 8).

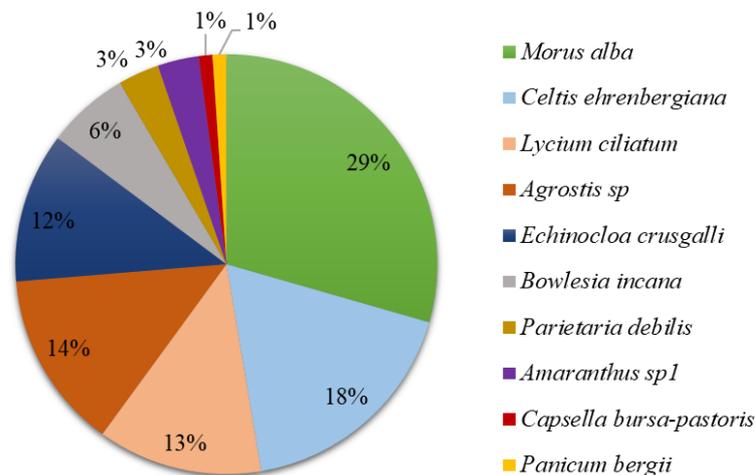


Figura 8. Abundancia relativa (%)de semillas por especie recolectadas debajo de las perchas naturales, en un área degradada de Espinal en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

La composición de la lluvia de semillas presentó variaciones mes a mes. Los meses junio, julio, diciembre y mayo no presentaron semillas (Figura 9 y ANEXO 2).

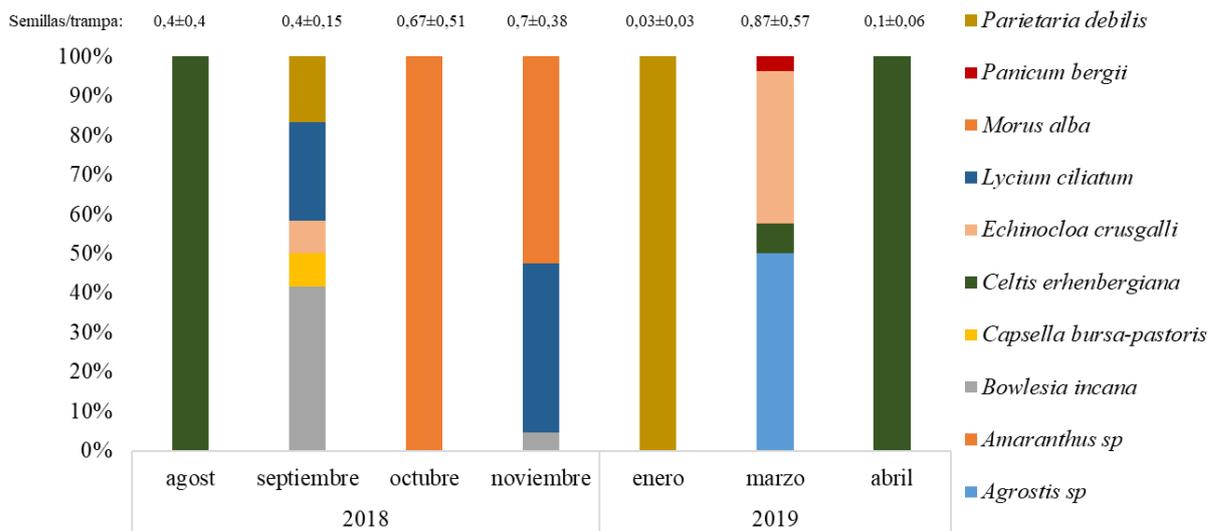


Figura 9. Abundancia relativa (%) por especie por mes. Solo se consignan las especies con aportes de al menos un 1%, en un área degradada de Espinal en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba. En la parte superior se detalla el número promedio de abundancia de semillas \pm EE.

Correlación con variables de las perchas naturales

Los árboles seleccionados como perchas naturales presentaron una altura promedio de 3,63m (rango entre 1,2-5,2 m). La proyección de la copa promedio fue de 7,12 m² (rango entre 1,19–18 m²). La distancia al bosque más cercano promedio fue de 13,5m (rango entre 1-40m) (ANEXO 1). Las correlaciones entre la abundancia de semillas dispersada con cada una de las variables de las perchas naturales arrojaron resultados no significativos ($p > 0,05$).

Semillas con frutos ornitócoros

Los meses de muestreo fueron agrupados en estación seca (abril hasta septiembre) y húmeda (octubre hasta marzo) acorde a las variables meteorológicas de los años de muestreo (temperatura y precipitaciones). La estación seca presentó un total de 18 semillas con una abundancia promedio de 0,1 semillas por trampa. La estación húmeda presentó un total de 39 semillas con un promedio de 0,326 semillas por trampa. No hubo diferencias significativas de abundancia entre estaciones ($z = -1,02$; $p = 0,3$). Con respecto a la riqueza, en la estación húmeda se obtuvo un promedio de 0,04 especies por trampa y la estación seca 0,03. No hubo diferencias significativas ($z = -0,6$; $p = 0,5$).

Las especies *C. ehrenbergiana* y *L. ciliatum* son de origen nativo y *M. alba* de origen exótico. No hubo diferencias significativas de abundancia entre ambos orígenes ($z= 0,04$; $p=0,9$). Se encontraron especies nativas en ambas estaciones y exóticas únicamente en la estación húmeda (Figura 10). Los meses con mayor abundancia de especies nativas fueron agosto y noviembre, reuniendo un 72% del total. Los meses que reunieron las semillas de especies exóticas fueron octubre y noviembre (Figura 10).

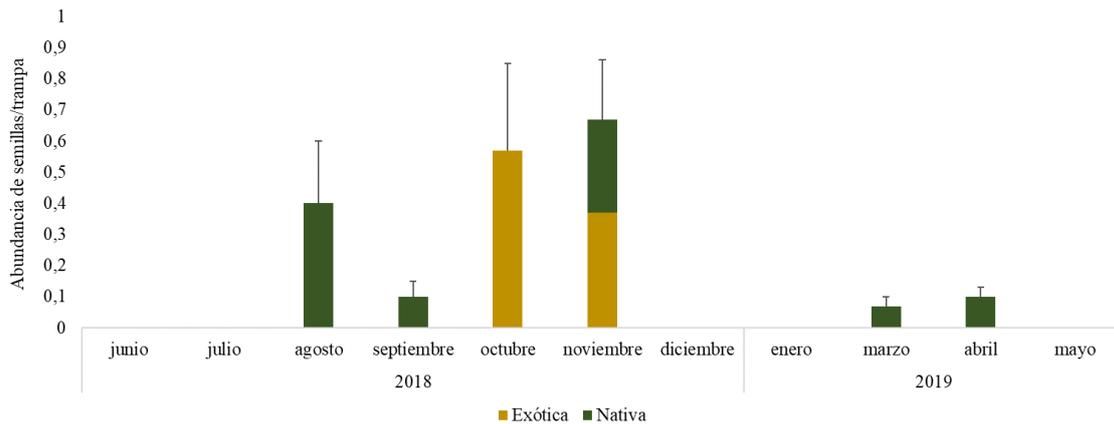


Figura 10. Abundancia de semillas con frutos ornitócoros nativas y exóticas en perchas naturales por mes en un área degradada de Espinal en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

A ambas especies nativas se las recolectó en ambas estaciones (Figura 11). La especie *C. ehrenbergiana* presentó una media de 0,17 semillas por trampa en la estación seca y 0,02 en la estación húmeda, y se la recolectó en dos meses fuera de su período de fructificación (ANEXO 3). *L. ciliatum* presentó una media de 0,03 semillas por trampa en la estación seca y 0,08 en la estación húmeda, y se la recolectó dentro de su período de fructificación teórico. La especie *M. alba* presentó una media de 0,23 por trampa en la estación húmeda, y se la recolectó dentro de su período de fructificación.

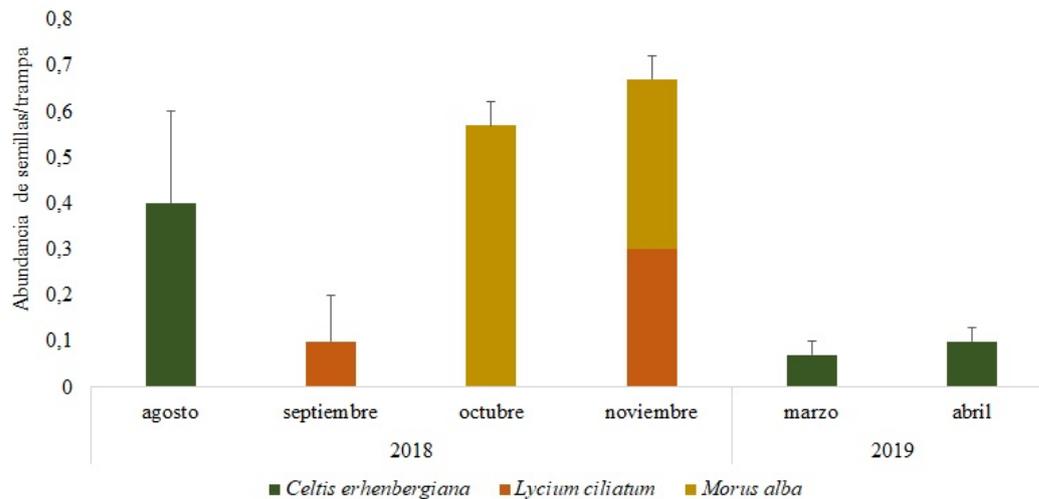


Figura 11. Abundancia de semillas con frutos ornitócoros de *C. ehrenbergiana*, *L. ciliatum* y *M. alba* a lo largo del año, en un área degradada de Espinal en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Renovales de plantas leñosas con frutos ornitócoros

Bajo las perchas naturales se encontraron renovales leñosos tanto de frutos ornitócoros como de frutos secos. El 90% de las perchas naturales presentó renovales de especies leñosas debajo de su copa, con una abundancia promedio de 4,43 renovales por percha. El 33% de los controles presentaron renovales leñosos, con una abundancia total de 12 renovales y un promedio de 0,4 por trampa control. La abundancia fue significativamente mayor en las perchas naturales que en las áreas control ($Z= 26,76$; $p<0,01$). Los renovales midieron entre 0,5-1,8m de altura. Se registraron 11 especies *Cestrum parqui*, *C. ehrenbergiana*, *V. caven*, *Lantana grisebachii*, *Porlieria microphylla*, *Prosopis* sp., *J. rhombifolia*, *M. alba*, *Schinus fasciculatus*, *G. decorticans* y *Aloysia gratissima*. Las mismas pertenecen a 8 familias (Verbenaceae, Zygophyllaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Cannabaceae, Solanaceae, Santalaceae, Moraceae) (ANEXO 4).

Todas las especies fueron encontradas debajo de las perchas naturales y tres en los controles. Hubo diferencias significativas entre tratamientos ($Z= 5,54$; $p<0,01$). El análisis de similitud ANOSIM mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos ($R=0,3$; $p=0,0001$). El análisis SIMPER mostró que las especies *A. gratissima*, *C. parqui*, *C. ehrenbergiana* y *V. caven* fueron las que contribuyeron en mayor proporción a la diferencia en un 29%, 21%, 19% y 17,5% respectivamente. Ambas especies con frutos secos (*A. gratissima* y *V. caven*) por el elevado aporte en abundancia en ambos

tratamientos, y las dos últimas con frutos ornitócoros por su abundancia bajo la copa de las perchas y ausencia en los controles sin percha.

En las perchas naturales, se encontraron 67 renovales con frutos ornitócoros pertenecientes a seis especies y 55 con frutos secos pertenecientes a cuatro especies (ANEXO 4). En el tratamiento control, los renovales pertenecieron únicamente a especies con frutos secos (Figura 12 y Figura 13).

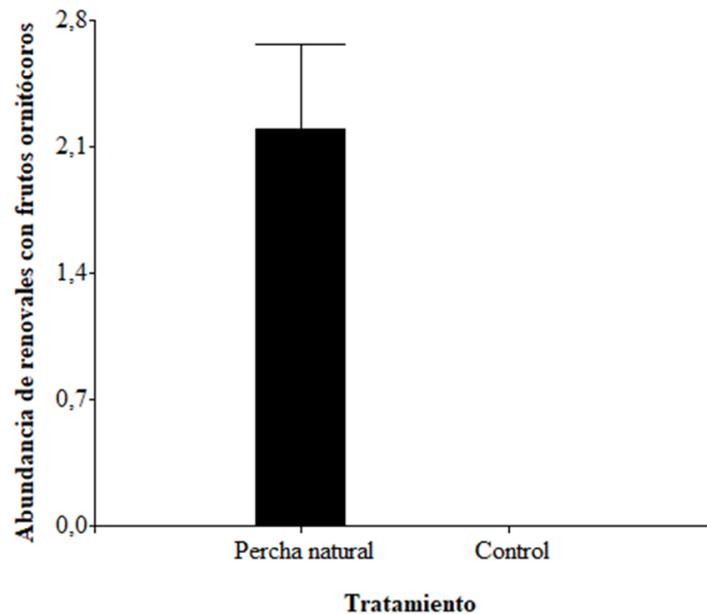


Figura 12. Abundancia promedio de renovales con frutos ornitócoros en relación a los tratamientos percha natural y control en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba. La barra delgada representa al error estándar.

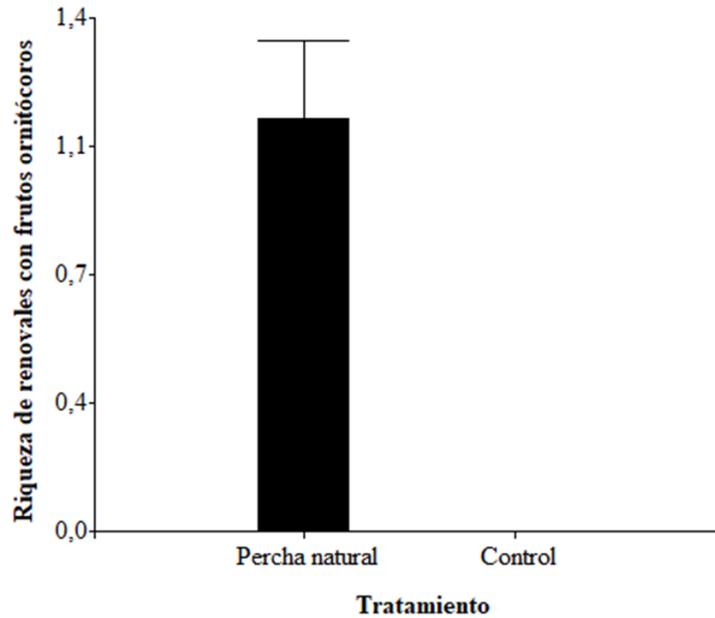


Figura 13. Riqueza promedio de renovales con frutos ornitócoros en relación a los tratamientos percha natural y control en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba. La barra delgada representa al error estándar.

Cuatro de las especies con frutos ornitócoros pertenecieron al hábito arbóreo (*C. ehrenbergiana*, *M. alba*, *S. fasciculatus* y *J. rhombifolia*) y dos al arbustivo (*L. grisebachii* y *C. parqui*). Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *C. ehrenbergiana* y *C. parqui* (Figura 14).

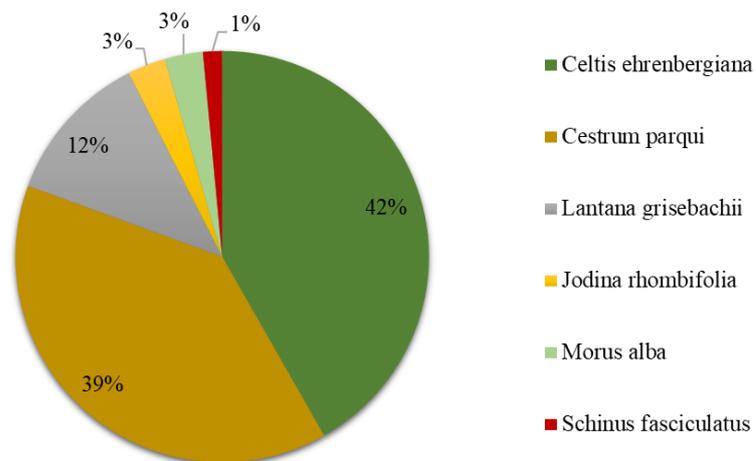


Figura 14. Abundancia relativa (%) de renovales con frutos ornitócoros debajo de perchas naturales en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

La variable superficie de la copa fue la única correlación significativa con la variable abundancia de renovales con frutos ornitócoros (Pearson= 0,6; $p < 0,01$) (Figura 15). La correlación entre abundancia de semillas con frutos ornitócoros por percha y la abundancia de renovales con frutos ornitócoros, no fue significativa (Pearson= -0,04; $p = 0,8$).

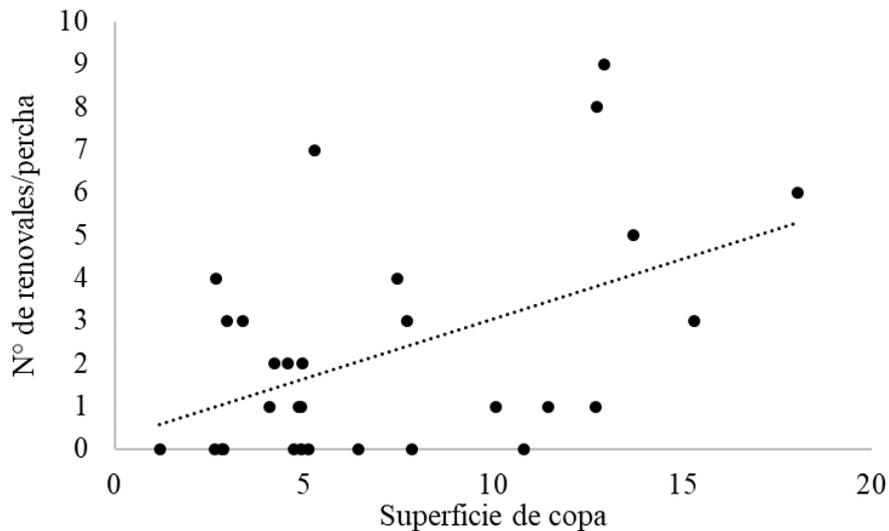


Figura 15. Superficie de la copa de la percha (m²) en relación a la abundancia de renovales con frutos ornitócoros en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Visita de aves en las perchas naturales

En 55h de muestreo se contabilizaron 245 visitas a las perchas y una riqueza total de 32 especies. Las especies que representaron la mayor cantidad de visitas por percha fueron, *Agelaioides badius*, *Zonotrichia capensis* y *Sicalis flaveola*. Estas tres especies presentan dieta frugívora como segundo ítem de preferencia y son residentes (Tabla 2). Las correlaciones entre la cantidad de visitas y las variables de cada una de las perchas naturales (superficie de copa, altura y distancia del bosque más cercano) no fueron significativas.

Del total de especies observadas, y que pudieron ser clasificadas hasta el nivel de especie, ocho fueron generalistas, 12 de bosque y 10 de borde; 21 especies fueron residentes y 10 residentes estivales (Tabla 2). Con respecto a *Serpophaga* sp. no fue posible definir su estacionalidad y requerimiento de hábitat debido a que sólo se la pudo clasificar hasta el nivel taxonómico de género. Las correlaciones entre el número de visita de las aves con cada una de las variables de las perchas naturales arrojaron resultados no significativos.

Variación estacional

La estación húmeda con 1,23 visitas por percha, presentó significativamente más visitas por percha que la estación seca con 0,34 visitas ($z=-5,74$; $p<0,0001$).

En la estación húmeda se registró una riqueza de especies promedio por percha de 0,83, que fue significativamente mayor a las 0,24 especies por percha de la estación seca ($z=-6,06$; $p<0,0001$). El máximo valor de visitas por percha fue de 11 individuos en el mes de marzo, mientras que la mayor riqueza fue en el mes de enero con cinco especies por percha.

Tabla 2. Especies de aves según total de visitas, tiempo de permanencia, dieta según orden de preferencia, estacionalidad (R=residente/ RE= residente estival) y requerimiento de hábitat (Bosq= bosque/G= generalista/ Bor= borde), en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Total de visitas	Tiempo (s)	Dieta	R/RE/V	Bos/G/Bor
Icteridae	Tordo músico	<i>Agelaioides badius</i>	43	1586	Granívoro - frugívoro	R	G
Passerellidae	Chingolo	<i>Zonotrichia capensis</i>	38	2149	Granívoro- frugívoro	R	G
Thraupidae	Jilguero dorado	<i>Sicalis flaveola</i>	30	418	Granívoro- frugívoro	R	Bosq
Icteridae	Tordo pico corto	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	22	281	Granívoro- frugívoro	R	Bor
Furnariidae	Hornero	<i>Furnarius rufus</i>	15	222	Insectívoro	R	G
Tyrannidae	Churrinche	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	12	274	Insectívoro	RE	Bor
Tyrannidae	Piojito	<i>Serpophaga</i> sp.	8	138	Insectívoro	-	-
Thraupidae	Misto	<i>Sicalis luteola</i>	8	67	Granívoro- insectívoro	R	Bor
Psittacidae	Cotorra	<i>Myiopsitta monachus</i>	7	122	Granívoro- frugívoro	R	G
Tyrannidae	Tijereta	<i>Tyrannus savana</i>	7	215	Insectívoro-frugívoro	RE	Bor
Tyrannidae	Monjita blanca	<i>Xolmis irupero</i>	6	211	Insectívoro	R	Bor
Troglodytidae	Ratona	<i>Troglodytes aedon</i>	6	34	Insectívoro	R	G
Furnariidae	Coludito copetón	<i>Leptasthenura platensis</i>	5	36	Insectívoro	R	Bosq
Tyrannidae	Benteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	36	Insectívoro- frugívoro	R	G
Columbidae	Palomita de la virgen	<i>Columbina picui</i>	4	62	Insectívoro- frugívoro	R	G
Furnariidae	Chincherico chico	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	4	75	Insectívoro	R	Bosq
Furnariidae	Canastero chaqueño	<i>Asthenes baeri</i>	4	15	Insectívoro	R	Bosq
Icteridae	Tordo renegrado	<i>Molothrus bonariensis</i>	3	53	Granívoro- frugívoro	R	Bor
Poliptilidae	Tacuarita azul	<i>Poliptila dumicola</i>	3	15	Insectívoro	R	Bosq
Furnariidae	Pijui frente gris	<i>Synallaxis frontalis</i>	2	70	Insectívoro	RE	Bosq
Columbidae	Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>	2	45	Granívoro- frugívoro	R	G
Thraupidae	Corbatita	<i>Sporophila caerulescens</i>	2	12	Granívoro- frugívoro	RE	Bor
Tyrannidae	Fio fio silbón	<i>Elaenia albiceps</i>	1	5	Frugívoro	RE	Bosq
Tyrannidae	Fio fio pico corto	<i>Elaenia parvirostris</i>	1	5	frugívoro-insectívoro	RE	Bosq
Tyrannidae	Suirirí real	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	5	insectívoro- frugívoro	RE	Bor
Tyrannidae	Tuquito gris	<i>Empidonamus aurantioatrocristatus</i>	1	10	insectívoro- frugívoro	RE	Bosq
Furnariidae	Cacholote	<i>Pseudoseisura lophotes</i>	1	7	Insectívoro	R	Bosq
Cuculidae	Cuclillo chico	<i>Coccyua cinerea</i>	1	12	insectívoro	RE	Bosq
Furnariidae	Crestudo	<i>Coryphistera alaudina</i>	1	5	Insectívoro	R	Bor
Passerellidae	Cachilo ceja amarilla	<i>Ammodramus humeralis</i>	1	13	Granívoro-insectívoro	R	Bor
Cuculidae	Cuclillo canela	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	1	15	Insectívoro- frugívoro	RE	Bosq
Furnariidae	Espinero pecho manchado	<i>Phacellodomus striaticollis</i>	1	5	Insectívoro	R	-

Aves consumidoras de frutos como primer o segundo ítem de preferencia

El 65% de los individuos y el 50% de las especies que visitaron las perchas fueron especies consumidoras de frutos como primer o segundo ítem de preferencia (Tabla 2). Las especies frugívoras que más visitaron las perchas fueron, *A. badius*, *Z. capensis* y *S. flaveola*, representando un 67% de las visitas. El tiempo total de frecuencia de uso de las perchas fue de 103,63 minutos y las especies consumidoras de frutos representaron un 80% de la misma (83,65 minutos). *Z. capensis* fue la especie que más tiempo uso las perchas (43%), seguido por *A. badius* (32%) y *S. flaveola* (8%).

La estación húmeda presentó mayor cantidad de visitas de aves frugívoras promedio por percha que la estación seca (0,85 vs. 0,18; $z=-5,56$; $p<0,01$). La estación húmeda presentó mayor riqueza promedio por percha, que la estación seca (0,51 vs. 0,12; $z=-5,58$; $p<0,0001$). No se encontró correlación entre la frecuencia de uso de perchas por mes de las especies frugívoras con la abundancia de la lluvia de semillas ornitócoras (Pearson= 0,3; $p=0,2$) (Figura 16). Del total de especies consumidoras de frutos, seis pertenecen a la categoría generalista, cinco de bosque y cinco de borde. Según su estacionalidad, nueve especies son residentes y siete residentes estivales.

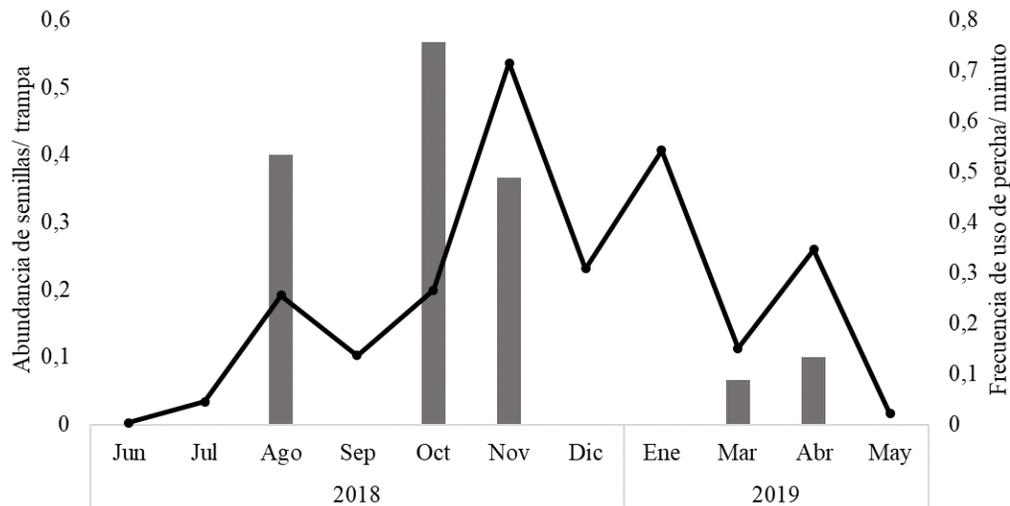


Figura 16 . Distribución temporal de la abundancia de semillas ornitócoras en las perchas naturales y la frecuencia de uso de las perchas por aves frugívoras (visitas/mes/percha) en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Aves no frugívoras

A pesar de que en este estudio se destacan los datos obtenidos para las aves consumidoras de frutos no se debe dejar de lado aquellas que utilizaron las perchas y que de manera ocasional puedan contribuir a la regeneración del bosque. Para el caso de *Xolmis irupero*, *Polioptila dumicola* y *Pseudoseisura lophotes* existen registros de frugivoría ocasional pudiendo contribuir a la dispersión de semillas.

Discusión

Composición y caracterización de la lluvia de semillas

Las perchas naturales representan un elemento estructural fundamental para la temprana regeneración de un bosque. Estas resultan más atractivas para una amplia gama de aves dispersoras que otros tipos de perchas al ofrecer complejidad estructural para posarse, refugio y alimento (Cavallero *et al.*, 2013; Athiê y Días, 2016). Las perchas naturales presentaron mayor riqueza y abundancia de semillas ornitócoras que las áreas abiertas sin percha, cumpliendo con la hipótesis y predicción 1 y coincidiendo con otros estudios de perchas naturales (Velázquez, 2010; Cavallero *et al.*, 2013; Zwiener *et al.*, 2013; Días *et al.*, 2014; Fujita, 2016; Miranda *et al.*, 2019). Si bien, hay estudios que confirman que la abundancia de la lluvia de semillas es mayor en las perchas naturales de *V. caven* con mayor superficie de copa y altura (Miranda *et al.*, 2019), en este caso no se encontró esa relación, probablemente debido a que las perchas naturales no presentaron las características de altura y superficie de copa necesaria para poder evaluar dicho patrón. El haber recolectado mayor abundancia de semillas en las perchas naturales que en las trampas colocadas dentro del bosque, era un resultado previsible. La menor oferta de posaderos presentes en el área abierta con respecto al bosque, aumentó la probabilidad de que un ave dispersora deposite semillas debajo de los árboles aislados (Guidetti *et al.*, com. pers; Guidetti, 2020). De todas formas, cuatro de las siete especies recolectadas en el bosque fueron exclusivas, lo que puede deberse a que no todas las semillas llegan al área abierta disturbada o que el esfuerzo de muestreo en el tratamiento perchas naturales no haya sido suficiente para captar la totalidad de especies que se dispersan. La amplia gama de especies vegetales obtenida en la lluvia de semillas en las perchas naturales (frutos carnosos y secos;

de hábito arbóreo y herbáceo) se debe al tipo de dieta poco específica que poseen las aves en la ecorregión (de la Peña y Pensiero, 2017; Salvador *et al.*, 2017).

La especie *M. alba* presentó casi el doble de abundancia de semillas dispersadas que las otras dos especies con frutos ornitócoros (*C. ehrenbergiana* y *L. ciliatum*). Esta diferencia con *C. ehrenbergiana* pudo deberse al número de semillas por fruto que presenta *M. alba* siendo más de 12 semillas por fruto (Barbour *et al.*, 2008) mientras que *C. ehrenbergiana* tiene solo una por fruto (Demaio *et al.*, 2015; Eynard *et al.*, 2017). Tanto *M. alba* como *C. ehrenbergiana* son muy consumidas por las aves de la región (de la Peña y Pensiero, 2017; Salvador *et al.*, 2017), pero un estudio realizado en un bosque de Espinal en la provincia de Santa Fé, mostró que *M. alba* fue consumida por una mayor cantidad de especies frugívoras que *C. ehrenbergiana* (de la Peña y Pensiero, 2003). De todos modos, los datos no permiten establecer si las aves realmente prefieren a *M. alba*. En el caso de *L. ciliatum* que también presenta numerosas semillas por fruto (Hunziker y Bernardello, 1995), pudo verse alterada su representatividad en la dispersión a causa del factor de selección que ejercen las aves dispersoras. Hay estudios que confirman que la selección de los frutos por las aves, depende de la morfología y comportamiento del frugívoro, y de las características de la diáspora (Montaldo, 2005; Carlo y Morales, 2016).

A *L. ciliatum* y *M. alba* se las recolectó dentro de su período de fructificación coincidiendo con trabajos en Santa Fe y Entre Ríos (de la Peña y Pensiero 2003; Guidetti *et al.* com. pers). En cambio, a *C. ehrenbergiana* se la recolectó en un único mes correspondiente a su período de fructificación teórico. Esto pudo deberse a distintos factores, por un lado, a las variaciones de fenología que atraviesa una misma especie debido a factores bióticos y abióticos, como las variaciones climáticas (Williams- Linera y Meave, 2002; Martí *et al.*, 2004). Por otro lado, a las diferentes estrategias de alimentación de las aves, por ejemplo, algunos frutos viejos pueden ser consumidos desde el suelo (S. Dardanelli com. pers.) y las semillas dispersadas pasado su período de fructificación.

La estación húmeda presentó el doble de semillas que la estación seca, coincidiendo con otro estudio de perchas naturales (Bocchese *et al.*, 2008; Athiê y Días, 2016). Esto puede deberse a que hay más frutos ornitócoros maduros disponibles durante esa estación y consecuentemente son más consumidos y dispersados por las aves (de la Peña y Pensiero, 2003; Guidetti *et al.*, com. pers). A la vez, como el 70% de las aves residentes estivales que

utilizaron las perchas naturales mostraron algún grado de frugívora, la llegada de las aves migratorias (*Tyrannus savana*, *Tyrannus melancholicus*, *Empidonomus aurantioatrocristatus*, *Sporophila caerulea*, *Coccyua cinerea*, *Elaenia albiceps* y *Elaenia parvirostris*) en la estación húmeda, pudo haber favorecido la dispersión de semillas ornitócoras (de la Peña y Pensiero, 2017; Salvador *et al.*, 2017).

Renovales leñosos establecidos debajo de las perchas naturales

Coincidiendo con otros estudios, el establecimiento de renovales leñosos con frutos ornitócoros fue mayor debajo de las perchas naturales que en las áreas abiertas sin percha, indicando que el establecimiento no ocurrió por azar, sino que siguió un patrón de nucleación (Pausas *et al.*, 2006; Fujita, 2016) cumpliéndose la hipótesis y predicción 2. En el área abierta sin percha, solo hubo renovales de especies con frutos no ornitócoros.

Para el análisis de las especies con frutos ornitócoros posiblemente dispersados por las aves, se excluyó al chañar (*G. decorticans*), porque no es una especie dispersada por las aves de la ecorregión del Espinal (de la Peña, 2017; Salvador *et al.*, 2017). Además, no se lo observó en estado de flor o fruto en los 12 meses del muestreo, y se confirmó a campo que la reproducción de los individuos en el área de estudio era mayoritariamente asexual por raíz gemífera.

Aunque el conocimiento sobre la facilitación en climas estacionalmente secos aún es escaso, se sabe que las interacciones positivas planta-planta se dan con mayor frecuencia en zonas áridas y semiáridas, y que a menudo son especie específicas (Gómez- Aparicio, 2009; Soliveres *et al.*, 2014). En el estudio de Root-Bernstein *et al* (2017), realizado en un bosque similar al Espinal, se estableció que *V. caven* es un árbol nodriza y pionero que proporciona un equilibrio entre la sombra y retención de humedad del suelo, además de ser fijadora de nitrógeno (Aronson *et al.*, 2002; Wall y Ferrari, 2004), lo que convierte la superficie debajo de la copa, en un sitio adecuado para el establecimiento no solo de semillas dispersadas por aves, sino también para aquellas no ornitócoras. Coincidiendo con este resultado, en nuestro estudio se encontraron renovales con semillas anemócora, zoócora y también dispersadas por gravedad.

La ausencia de correlación entre la abundancia de semillas con frutos ornitócoros y el número de renovales con frutos ornitócoros establecidos debajo de las perchas naturales, era de esperarse. Ambas son variables que sucedieron en períodos de tiempo diferentes. Los renovales presentaban alturas superiores a 50 cm por ende no se establecieron en el tiempo de muestreo de este estudio. A su vez, el éxito del establecimiento de una determinada especie leñosa no solo depende de la llegada de las semillas y el efecto nodriza de la percha natural (facilitador), sino también de los factores bióticos y abióticos a los que se encuentren expuestos y su interacción positiva o negativa (nicho de regeneración) pudiendo tener efectos contrapuestos sobre el reclutamiento de las plantas leñosas, como son la competencia intra e interespecífica, predación de semillas, fertilidad de los suelos, fisiología de las semillas, entre otros (Marañón *et al.*, 2004; Leck *et al.*, 2008). Por ende, conocer aquellas especies con el rol ecosistémico de plantas nodrizas y el nicho de regeneración adecuado que requieren las diferentes especies leñosas para su desarrollo, puede contribuir para mejorar las estrategias de restauración a implementar (Marañón *et al.*, 2004).

Las perchas naturales con superficie de copa más grande presentaron mayor abundancia de renovales establecidos. del Moral *et al.* (2010) y Papachristou y Platis (2010) encontraron que el establecimiento de renovales puede ser mayor bajo arbustos y árboles espinosos o poco palatables, a causa de la mitigación del efecto negativo del ganado sobre el establecimiento de renovales, por pisoteo y consumo. Por el contrario, Root-Bernstein *et al.*, (2017) encontraron que la tasa de herbivoría no tuvo efecto sobre la presencia de los renovales establecidos debajo de las copas, y que la posible protección física de las espinas no fue relevante debido a que rara vez se encuentran cerca del nivel del suelo.

A pesar de la elevada abundancia de semillas de *M. alba* recolectadas en las heces y su alto potencial como invasora para la provincia (Lewis *et al.*, 2004; Giorgis y Tecco, 2014), se registraron únicamente dos renovales debajo de las perchas. Puede ser que la especie presente dificultad para establecerse y colonizar nuevos espacios a plena luz solar, debido a que, en áreas sin ganado que consuman las plántulas o las pisoteen, tampoco llega a ser dominante a pesar de producir miles de semillas por árbol (Cataduela y Dardanelli com. pers). Estos resultados son alentadores, pero debido a la poca información al respecto, se recomienda analizar cuáles pueden ser los motivos que estén provocando el poco

establecimiento de *M. alba* tanto a cielo abierto, como debajo de las perchas naturales. Salvo esos dos individuos, los renovales pertenecieron a especies de origen nativo por lo que casi todas las plántulas establecidas fueron autóctonas. Dentro de las especies con frutos ornitócoros, únicamente dos fueron recolectadas en las heces (*C. ehrenbergiana* y *M. alba*), eso quizás signifique que es necesario ampliar el muestreo para determinar la totalidad de especies vegetales que están siendo dispersadas por las aves. Asimismo, sería importante evaluar el posible aporte de otros agentes dispersores como los mamíferos a la dispersión de especies con frutos carnosos.

Visita de aves en las perchas naturales

La abundancia y riqueza de la comunidad de aves que utilizaron las perchas naturales, fue representada equitativamente entre especies generalistas, de borde y de bosque. A su vez dos tercios de las especies fueron residentes y un tercio migratorias. Esta diversidad de requerimientos de hábitat y de comportamiento migratorio contribuye a la conexión y flujo de semillas entre diferentes hábitats (Jordano *et al.*, 2006) reduciendo la competencia intraespecífica y favoreciendo la colonización de nuevos ambientes naturales. Las especies que más visitas y frecuencia de uso de perchas representaron fueron *Z. capensis*, *A. badius* y *S. flaveola*. Todas presentan dieta granívora como primer ítem y frugívora como segundo ítem de preferencia (de la Peña y Pensiero, 2017; Salvador *et al.*, 2017) y son residentes permanentes (Dardanelli 2006b; Salvador *et al.*, 2016), pudiendo contribuir en gran medida a la lluvia de semillas.

La mayoría de las aves presentes en la ecorregión del Espinal no son exclusivamente frugívoras (de la Peña y Pensiero, 2017; Salvador *et al.*, 2017). Por lo que casi la totalidad de las especies que utilizaron las perchas naturales presentan una dieta variada. Solo dos especies son casi exclusivamente frugívoras, *Elaenia albiceps* y *E. parvirostris*. Sin embargo, ambas especies fueron registradas en un único evento y con una frecuencia de uso de percha mínima (5 segundos), por lo que su aporte como dispersores puede haber sido menor. De todos modos, el proceso de regeneración no necesariamente depende de frugívoros especializados a menudo ausentes en las áreas disturbadas a restaurar. Las aves que mezclan frutos con otros ítems en su dieta y frecuentan tanto hábitats abiertos como boscosos, son los más importantes en las primeras etapas de la sucesión forestal, el ser

responsables de impulsar el proceso de restauración (Jordano *et al.*, 2006; Francisco *et al.*, 2007; Carlo y Morales, 2016).

Aunque este estudio no fue diseñado para determinar patrones de selección de percha natural, se encontró cierta asociación (no significativa) entre la superficie de la copa y la cantidad de visitas de aves. Las perchas con copas mayores a 5m² recibieron más visitas. Esta asociación coincide con lo hallado por Athiê y Días, (2016), quienes encontraron que el número de visitas estaba positivamente relacionado con la complejidad estructural de la percha natural, ya que proporcionan más recursos alimenticios y/o refugio.

Durante la estación húmeda se registró mayor riqueza, total de visitas y frecuencia de uso de las perchas que la estación seca, coincidiendo con los resultados de Athiê y Días, (2016). Este patrón puede deberse al incremento de la actividad en época reproductiva, y a la llegada de las siete especies migratorias consumidoras de frutos.

La frecuencia de uso de perchas por las aves consumidoras de frutos no parecería ser un buen estimador de la lluvia de semillas con frutos ornitócoros, ya que no se obtuvo un patrón de relación claro entre la abundancia de semillas y la frecuencia de uso de las perchas. Esta falta de relación podría deberse a que el esfuerzo de muestreo no sea suficiente para obtener resultados representativos del uso. Por otro lado, al no contar con datos de abundancia y riqueza de semillas dispersadas por cada especie de aves que usa las perchas, podría estar ocurriendo que no necesariamente las aves que más utilizan las perchas sean las que más cantidad de semillas o especies vegetales dispersen. Incluso puede existir variación estacional en la dieta de las aves de la misma especie (Jordano, 1994). Un estudio realizado por Lopez-Calleja, (1995) en un bosque bajo mediterráneo de Chile denominado “espinal” encontraron que *Z. capensis*, cambió de dieta entre estaciones, consumiendo semillas e insectos en la estación seca, mientras que en la estación húmeda disminuyó el consumo de insectos aumentando el de semillas. Lo mismo podría haber sucedido con los individuos de *Z. capensis* en Yucat.

Conclusión

Este es el primer estudio en Argentina que evalúa el rol que cumplen las perchas naturales para favorecer la dispersión de semillas y el establecimiento de renovales en áreas abiertas disturbadas. En este trabajo se demuestra que los ambientes abiertos con presencia de

individuos aislados de *V. caven*, tienen potencial para favorecer la restauración por medio del efecto de nucleación, abriendo nuevos escenarios para la regeneración y conservación de los bosques aún existentes. Por lo tanto, las perchas naturales de *V. caven* no solo favorecen a la dispersión de semillas con frutos ornitócoros y secos, sino que también, favorecen el establecimiento de renovales por efecto de facilitación, contribuyendo de una manera integral a la restauración de los bosques.

Este trabajo sienta las bases para la realización de nuevos estudios en ecosistemas boscosos de otras ecorregiones, que permitan explorar y diseñar distintas alternativas para su conservación.

Agradecimientos

A mi mamá y papá, por haberme impulsado a estudiar la carrera que me apasiona y por haber hecho todo lo posible para que pueda llegar a esta instancia. Quiero agradecerles por todo el amor y el acompañamiento incondicional que me dieron durante toda la carrera, además de siempre mostrar interés sobre aquellos nuevos temas, que luego de aprender, compartía con ellos.

A mi hermana, por todo el acompañamiento, consejos y experiencias compartidas durante todos estos años de convivencia.

A toda mi familia, que siempre me impulsaron y apoyaron en todo momento.

A Luis, mi compañero de vida, por su inmenso cariño, por estar siempre a mi lado. Por apoyarme en todo momento, siempre con una sonrisa ante los nuevos desafíos que se fueron presentando.

A mi directora Daniela Tamburini y co-director Sebastián Dardanelli, por compartir sus conocimientos y haberme acompañado en este proceso de aprendizaje.

A Carlos, Analía, Alejandro y la comunidad de la Estancia Yucat, la hospitalidad que me brindaron durante el largo tiempo de muestreo. Sin conocerme me incluyeron y me hicieron sentir parte de ellos.

A Nico, Erica, Leandro y Denise, grandes amigos, que con tanta alegría y buena onda me acompañaron en algunas de las campañas de muestreo convirtiendo los viajes en una nueva aventura.

A Melina Scandaliaris, que, sin conocerme y de una manera totalmente desinteresada, me ayudó en una parte crucial de la tesina que fue la identificación de las semillas compartiendo sus saberes y tiempo.

A Gabriel Orso, por haberme ayudado en una de las etapas más complejas que se me presentó en la tesina.

Al tribunal, Cecilia Estrabou, Juan Manuel Rodríguez y Guillermo Funes, por ayudarme a seguir perfeccionando el trabajo final con valiosos aportes y sugerencias.

Al equipo del CERNAR por haberme aportado herramientas y conocimiento siempre que lo necesite.

A todas aquellas personitas con las que me fui encontrando a lo largo de la carrera y que sin darme cuenta se fueron convirtiendo en grandes amistades.

A la Universidad pública, por brindarme la oportunidad de seguir construyéndome en aquello que me apasiona, que es la inmensidad de la Biología.

Bibliografía

Abraham de Noir, F., y Bravo, S. (2014). *Frutos de leñosas nativas de Argentina*. Universidad Nacional de Santiago del Estero: Facultad de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales.

Agost, L. (2015). Cambio de la cobertura arbórea de la provincia de Córdoba: análisis a nivel departamental y de localidad (periodo 2000- 2012). *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2, 111–123.

Aronson, J., C. Ovalle, J. Avedano, L. Longeri, and ~ A. Del Pozo. (2002). Agroforestry tree selection in central Chile: biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. *Agroforestry Systems* 56, 155–166.

- Arturi, M. (2006). Situación Ambiental en la ecorregión del Espinal. En A. U. Brown, O. Martinez, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, (pp. 254-260). Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Athiê, S., y Dias, M. M. (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.
- Ashworth, L., Calviño, A., Martí, M. L., y Aguilar, R. (2015). Offspring performance and recruitment of the pioneer tree *Acacia caven* (Fabaceae) in a fragmented subtropical dry forest. *Austral Ecology*, 40, 634–641.
- Barbour, J.R., Read, R.A., Barnes, R.L. (2008). *Morus*. En: F.T. Bonner y R.P. Karrfalt (eds.), *The woody plant seed manual*. (pp. 728-732). Washington: USDA Forest Service.
- Barchuk, A. H., Barri, F., Britos, A. H., Cabido, M., Fernández, J., y Tamburini, D. (2010). Diagnóstico y perspectivas de los bosques en Córdoba. *HOY la Universidad*, 4, 52-73.
- Bechara, F. C., Dickens, S. J., Farrer, E. C., Larios, L., Spotswood, E. N., Mariotte, P., y Suding, K. N. (2016). Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. *Biodiversity and Conservation*, 25, 2021-2034.
- Bernasconi J.R., Karlin M.S., Arnulphi S.A., Karlin U.O., Accietto R.H., y Cora A. (2017). *Plantas del centro de la República Argentina: guía de campo*. Córdoba: Ecoval Editorial.
- Bianco, C. A., Nuñez, C. O., y Kraus, T. A. (2000). *Identificación de frutos y semillas de las principales malezas del centro de la Argentina*. Río Cuarto: Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Bocchese, R. A., Oliveira, A. K. M., Favero, S., Garnés, S. D. S., y Laura, V. A. (2008). Chuva de sementes e estabelecimento de plantulas a partir da utilização de árvores isoladas e poleiros artificiais por aves dispersoras de sementes, em área de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 16, 207–213.
- Cabido, M., y Zak, M. (2010). *Deforestación, agricultura y biodiversidad: Apuntes Sobre el Panorama Global y la Realidad de Córdoba* (Revista HOY la Universidad – UNCiencia, Universidad Nacional de Córdoba). Recuperado de

<http://m.unciencia.unc.edu.ar/2010/junio/deforestacion-agricultura-y-biodiversidad-apuntes> (consultado el 12 de mayo de 2019).

- Cabido, M., Zeballos, S. R., Zak, M., Carranza, M. L., Giorgis, M. A., Cantero, J. J., y Acosta, A. T. R. (2018). Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science*, 21, 298–311.
- Cabrera, A.L. (1976). *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2da Edición. Tomo II. ACME. Buenos Aires. Argentina. 85 pp.
- Cáceres, D., Tapella, E., Quétier, F., y Díaz, S. (2015). The social value of biodiversity and ecosystem services from the perspectives of different social actors. *Ecology and Society* 20, 62.
- Carlo, T. A., y Morales, J. M. (2016). Generalist birds promote tropical forest regeneration and increase plant diversity via rare-biased seed dispersal. *Ecology*, 97, 1819–1831.
- Cavallero, L., Raffaele, E., y Aizen, M. A. (2013). Birds as mediators of passive restoration during early post-fire recovery. *Biological Conservation*, 158, 342–350.
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México: Días de Santos.
- Corbin, J. D., y Holl, K. D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, 265: 37–46.
- Dardanelli, S., Nores, M. L., y Nores, M. (2006a). Minimum area requirements of breeding birds in fragmented woodland of Central Argentina. *Diversity and Distributions*, 12, 687–693.
- Dardanelli, S., Serra, D. A., y Nores, M. (2006b). Composición y abundancia de aves de fragmentos de bosque en Córdoba, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*, 50, 71–83.
- Dardanelli, S., y Nores, M.L. (2001). Extinción y colonización de aves en fragmentos de bosque de la provincia de Córdoba, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 66, 55- 60.
- de la Peña, M. R., y Pensiero, J. F. (2003). Contribución De La Flora En Los Hábitos Alimentarios De Las Aves En Un Bosque Del Centro De La Provincia De Santa Fe, Argentina. *Ornitología Neotropical*, 14, 499–513.

- de la Peña, M. R., y Pensiero, J. F. (2017). *Las plantas como recurso alimenticio de las aves*. 1a ed. Santa Fe: UNL, Ediciones.
- del Moral, R., Walker, L.R., y Bakker, J.P. (2010). Insights gained from succession for the restoration of landscapes structure and function. En: L.R. Walker, J. Walker, y R.J. Hobbs (eds.), *Linking Restoration and Ecological Succession*. (pp. 19-44). Estados Unidos: Springer.
- Demaio, P., Karlin, U.O y Medina, M. (2015). *Árboles nativos de Argentina Tomo 1: Centro y Cuyo*. Córdoba. Editorial Ecoval.
- eBird. 2012. eBird: an online database of bird distribution and abundance. <http://www.ebird.org> (access on 16 April 2019).
- Diaz Villa, M. V. E., Madanes, N., Cristiano, P. M., y Goldstein, G. (2016). Composición del banco de semillas e invasión de *Ligustrum lucidum* en bosques costeros de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bosque*, 37, 581–590.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar> (consultado el 13 abril del 2020).
- Eynard, C., Calviño, A., y Ashworth, L. (2017). *Cultivo de plantas nativas: propagación y viverismo de especies de Argentina central*. Córdoba. Editorial Universidad Nacional de Córdoba.
- Francisco, M.R., Lunardi, V.O., y Galletti, M. (2007). Características dos propágulos, atributos das aves, e a dispersão das sementes de *Pera glabrata* (Schott, 1858) (Euphorbiaceae) numa área degradada de cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, 67, 627-634.
- Fujita, T. (2016). Relative importance of perch and facilitative effects on nucleation in tropical woodland in Malawi. *Acta Oecologica*, 70, 45–52.
- Ganduglia, O., Zanetta E., y Faggi. A. (2016). El rol de las plantas exóticas en homogeneización y diferenciación florística en Argentina. *Revista Terra Mundus*, 3, 1–18.

- García, D., Zamora, R., y Amico, G. C. (2010). Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: Conservation guidelines from real-world landscapes. *Conservation Biology*, 24, 1070–1079.
- Giorgis, M. A., y Tecco, P. A. (2014). Árboles y arbustos invasores de la Provincia de Córdoba (Argentina): Una contribución a la sistematización de bases de datos globales. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 49, 581–603.
- Gómez-Aparicio, L. (2009). The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: A meta-analysis across life-forms and ecosystems. *Journal of Ecology*, 97, 1202–1214.
- Gonzales, J. G., Guevara, S., y Sosa, V. J. (2000). Bat and Birds Generated Seeds Rains at Isolated trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology*, 14, 1693-1703.
- 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 Doctoral). Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes.
- Guidetti, B. Y., Dardanelli, S. Miño F. M. L. y Amico, G. C. Artificial perches favor seed dispersal by birds in Espinal Woodland. *PlosOne* (en revisión).
- Guidetti, B. Y., Amico, G. C., Dardanelli, S., y Rodríguez-Cabal, M. A. (2016). Artificial perches promote vegetation restoration. *Plant Ecology*, 217, 935–942.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., y Ryan P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4.
- Hunziker, A. T y Bernardello, L.M. 1995. Solanaceae- Systematic review. In: Hunziker, A. T. (ed.), *Flora Fanerogámica Argentina* 16, 2-20.
- Instituto De Botánica Darwinion. (2011). *Base de datos. Flora del Cono Sur*. <http://www.darwin.edu.ar/>. (Consultado 17 de septiembre de 2019).
- Jordano, P. (1994). Spatial and temporal variation in the avian-frugivore assemblage of *Prunus mahaleb*: patterns and consequences. *Oikos*, 71, 479-491.
- Jordano, P. (2000). Fruit and Frugivory. En: Fenner, M. (ed.), *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, (pp. 125- 166). Wallingford, UK: CABI.

- Jordano, P., y Schupp, E. W. (2000). Seed disperser effectiveness : The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, 70, 591–615.
- Jordano, P., y Vázquez, D., Bascompte, J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En R. Medel, M. A. Aizen. y R. Zamora. (eds.), *Ecología y Evolución de Interacciones Planta-Animal*, (pp. 17-41). Chile: Editorial Universitaria.
- Jordano, P.M., Galetti, M., Pizo, M.A., y SILVA, W.R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biología da conservação. En: C.F. Duarte, H.G. Bergallo, M.A. Santos y A.E. Va (eds.), *Biologia da conservação: essências*, (pp. 411-436). São Paulo: Editorial Rima.
- Lamb, D., y Don Gilmour. (2003). Rehabilitation and restoration of degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland. pp. 110.
- Leck, M. a., Parker, V. T., Simpson, R. L., y Simpson, R.S. (2008). Seedling Ecology and Evolution. New York. Cambridge University Press.
- Levey, D. J. (1987). Seed Size and Fruit-Handling Techniques of Avian Frugivores. *The American Naturalist*, 129, 471–485.
- Levin, S.A., Muller-Landau, H.C., Nathan, R., y Chave, J. (2003). The ecology and evolution of seed dispersal: A theoretical perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34, 575– 604.
- Lewis, J. P., Prado, D. E., y Barberis, I. M. (2006). Los remanentes de bosques del Espinal en la provincia de Córdoba. En A. U. Brown, O. Martinez, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, (pp. 254-260). Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Lopez-Calleja, M. V. (1995). Dieta de *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) y *Diuca diuca* (Fringillidae): efecto de la variación estacional de los recursos tróficos y la riqueza de aves granívoras en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 68, 321–331.
- Martí, M. G., Palacio, S., y Milla, R. (2004). Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. En: F. Valladares (ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, (pp. 126- 162). Madrid, España: EGRAF.

- Marañón, T., Camarero, J. J., Castro, J., Díaz, M., Espelta, J.M., Hampe, A., Jordano, P., Valladares, F., Verdú, M y Zamora, R. (2004). En F. Valladeres Ros (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, (pp, 69-99). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Matteucci, S. (2012). Ecorregión Espinal. En J. Morello, J. Matteucci, S. Rodriguez, y M. E. Silva (eds.), *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*, (pp, 349-390). Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.
- McDonald, T., Gann, G.D, Jonson, J., y Dixon, K.W. (2016). International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. *Society for Ecological Restoration*. Washington, D.C.
- Miranda, A., Vásquez, I. A., Becerra, P., Smith-Ramírez, C., Delpiano, C. A., Hernández-Moreno, A., y Altamirano, A. (2019). Traits of perch trees promote seed dispersal of endemic fleshy-fruit species in degraded areas of endangered Mediterranean ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 19, 2- 9.
- Niembro Rocas, A. (1989). *Semillas de plantas leñosas - morfología comparada*. Ciudad de México: Limusa.
- Nores, M. (1987). Zonas ornitogeográficas de la República Argentina. En: T. Narosky, y D. Yzurieta (eds.), *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Asoc. Ornit. del Plata. Vázquez Mazzini Eds. Buenos Aires.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I y León, R. J. C. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28, 040–063.
- Papachristou, T.G., y Platis, P.D. (2010). The impact of cattle and goats grazing on vegetation in oak stands of varying coppicing age. *Acta Oecologica*. 37, 16- 22.
- Pausas, J.G., Bonet, A., Maestre, F.T., y Climent, A., (2006). The role of the perch effect on the nucleation process in Mediterranean semi-arid oldfields. *Acta Oecologica*. 229, 346-352.
- Petetin, C. A., y Molinari, E. P. (1992). *Reconocimiento de las malezas de la República Argentina*. Clave para su determinación en base al color de las flores. Buenos Aires: Hemisferio Sur SA.

- Ponce, A. M., Grilli, G., y Galetto, L. (2012). Frugivoría y remoción de frutos ornitócoros en fragmentos del bosque chaqueño de Córdoba (Argentina). *Bosque*, 33, 33-41.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany, Estados Unidos: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Red de Información Agropecuaria Nacional. (2006). Recuperado de: <http://rian.inta.gov.ar>. (Consultado 20 de abril de 2020).
- Reis, A., Bechara, F. C., y Tres, D. R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*, 67, 244–250.
- Rodríguez, N.E. (2009). *Malezas derivadas de la producción actual de cultivos que incluyen glifosato*. Córdoba: INTA, Estación Experimental Experimental Manfredi, Córdoba.
- Rodríguez, N.E., Faya De Falcon L.M. y Pieri, S.M. (1982). *Malezas. Reconocimiento de Semillas y Plántulas*. Paraná: INTA, Estación Experimental Manfredi, Córdoba.
- Root-Bernstein, M., Valenzuela, R., Huerta, M., Armesto, J., y Jaksic, F. (2017). Acacia caven nurses endemic sclerophyllous trees along a successional pathway from silvopastoral savanna to forest. *Ecosphere*, 8, 1-23.
- Salvador, A. S., Salvador, A.L., Ferrari, C., y Vitale, S. (2016). *Listado de aves de la provincia de Córdoba*, Argentina. Birds checklist.
- Salvador, A. S., Salvador, A.L., y Ferrari, C. (2017). *Aves de la provincia de Córdoba, Argentina. Distribución e Historia Natural*. Buenos Aires, Argentina: DP Argentina SA.
- Schaefer, H. M., Schaefer, V., y Vorobyev, M. (2007). Are fruit colors adapted to consumer vision and birds equally efficient in detecting colorful signals? *American Naturalist*, 07, 158–169.
- Schupp, E. W., Jordano, P. y Gómez, J. M. (2010). Seed dispersal effectiveness: a conceptual review. *New Phytologist*, 188, 333–353.

- Soliveres, S., Smit, C., y Maestre, F. T. (2014). Moving forward on facilitation research: response to changing environments and effects on the diversity, functioning and evolution of plant communities. *Biological Reviews*, 90, 297-313.
- Velázquez, S.M. (2010). *Aves dispersoras de semillas en un remanente de bosque seco tropical en la finca Betanci-Gucamayás (Córdoba)*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.
- Verga, E. G., Peluc, S. I., Landi, M. A. y Galetto, L. (2018). Efecto de la fragmentación del bosque sobre las fuentes potenciales de alimento para aves en Córdoba. *Ecología Austral*, 28, 339-352.
- Vergara-Tabares D. L., Badini J., Peluc S. I. (2016) Fruiting phenology as a “triggering attribute” of invasion process: do invasive species take advantage of seed dispersal service provided by native birds? *Biol Invasions* 18, 677–687.
- Wall, G., y Ferrari, A. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 105, 151–175.
- Williams-Linera, G., y Meave, J. (2002). Patrones fenológicos. En: R. M. Guariguata y G. H. Kattan (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, (pp. 591-624). San José: Libro Universitario Regional.
- Willson, M. F., y Whelan, C. J. (1990). The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. *American Naturalist*, 136, 790–809.
- Zwiener, V. P., Cardoso, F. C. G., Padial, A. A., y Marques, M. C. M. (2013). Disentangling the effects of facilitation on restoration of the Atlantic Forest. *Basic and Applied Ecology*, 15, 34–41.

Anexos

ANEXO 1. Características de las perchas naturales en la Estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Percha	Superficie de la copa [m ²]	Altura de percha [m]	Distancia al bosque más cercano [m]	Abundancia de semillas	Abundancia de renovales	Visita de aves
1	2,7	4	35	15	5	9
2	4,1	3,2	30	3	2	19
3	11,4	4,8	9	0	5	6
4	13,7	3,2	23	0	7	4
5	12,9	3,8	17	1	11	7
6	5,3	3,2	40	1	9	16
7	4,6	3,7	40	0	3	11
8	5,1	3	22	0	0	4
9	4,2	3,6	11	1	2	5
10	5,0	3,8	6	0	4	5
11	1,2	2,1	3	0	0	2
12	7,5	4,1	6	0	6	3
13	10,8	4,1	3	0	2	6
14	2,9	3,2	2	0	1	3
15	4,9	3,2	4	7	1	15
16	10,1	4,8	1	0	8	15
17	2,8	3	14	26	0	3
18	4,7	3,2	12	4	0	15
19	12,7	4,2	12	2	16	22
20	4,9	3,4	12	3	1	8
21	18,1	5	23	13	6	15
22	15,3	2,2	21	0	7	6
23	7,9	3,1	12	0	4	6
24	4,9	3,2	7	3	3	7
25	3,4	3,5	5	2	5	7
26	6,4	3,8	8	0	2	9
27	3,0	3,7	3	0	7	2
28	12,7	5,2	4	0	8	10
29	7,7	4,8	4	1	7	4
30	2,6	2,8	17	1	1	1

ANEXO 2. Riqueza y abundancia de semillas en el tratamiento percha natural a lo largo de todo el muestreo, en la estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Año	Mes	Nombre científico	Abundancia de semillas	Nativa	Exótica
2018	Agosto	<i>Celtis erhenbergiana</i>	12	12	0
2018	Septiembre	<i>Bowlesia incana</i>	5	5	0
2018	Septiembre	<i>Echinocloa crusgalli</i>	1	0	1
2018	Septiembre	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	0	1
2018	Septiembre	<i>Parietaria debilis</i>	2	2	0
2018	Septiembre	<i>Lycium ciliatum</i>	3	3	0
2018	Octubre	<i>Morus alba</i>	17	0	17
2018	Octubre	<i>Amaranthus</i> sp.	3	0	0
2018	Noviembre	<i>Morus alba</i>	11	0	11
2018	Noviembre	<i>Bowlesia incana</i>	1	1	0
2018	Noviembre	<i>Lycium ciliatum</i>	9	9	0
2019	Enero	<i>Parietaria debilis</i>	1	1	0
2019	Marzo	<i>Panicum bergii</i>	1	1	0
2019	Marzo	<i>Echinocloa crusgalli</i>	10	0	10
2019	Marzo	<i>Celtis erhenbergiana</i>	2	2	0
2019	Marzo	<i>Agrostis</i> sp.	13	0	0
2019	Abril	<i>Celtis erhenbergiana</i>	3	3	0

ANEXO 3. Fenología teórica de las especies encontradas y determinación del período de su recolección, en la estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Especie	Período de fructificación teórico	Semillas encontradas dentro del período de fructi. (SI/NO)
<i>Celtis erhenbergiana</i>	Octubre-Marzo	NO
<i>Morus alba</i>	Octubre-Diciembre	SI
<i>Bowlesia incana</i>	Septiembre-Diciembre	SI
<i>Parietaria debilis</i>	Septiembre-Diciembre	SI
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Octubre-Diciembre	NO
<i>Panicum bergii</i>	Diciembre-Abril	SI
<i>Echinocloa crusgalli</i>	Diciembre-Abril	SI
<i>Lycium ciliatum</i>	Septiembre- Abril	SI

ANEXO 4. Renovales debajo de las perchas naturales, en la estancia Yucat, provincia de Córdoba.

Familia	Especie	Abundancia	Origen	Fruto
Verbenaceae	<i>Lantana grisebachii</i>	8	Nativa	Carnoso
Verbenaceae	Palo amarillo (<i>Aloysia gratissima</i>)	32	Nativa	Seco
Zygophyllaceae	Cucharero (<i>Porlieria microphylla</i>)	2	Nativa	Seco
Cannabaceae	Tala (<i>Celtis ehrenbergiana</i>)	28	Nativa	Carnoso
Solanaceae	Duraznillo negro (<i>Cestrum parqui</i>)	26	Nativa	Carnoso
Santalaceae	Sombra de toro (<i>Jodina rhombifolia</i>)	2	Nativa	Carnoso
Anacardiaceae	Moradillo (<i>Schinus fasciculatus</i>)	1	Nativa	Carnoso
Moraceae	Mora (<i>Morus alba</i>)	2	Exótica	Carnoso
Fabaceae	Algarrobo (<i>Prosopis</i> sp.)	1	Nativa	Seco
Fabaceae	Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>)	11	Nativa	Carnoso
Fabaceae	Espinillo (<i>Vachellia caven</i>)	20	Nativa	Seco