

# ¿CÓMO CONTRIBUYE LA ALIANZA DEL PASTIZAL A LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN LA PAMPA DEPRIMIDA?

ANAHÍ SOFÍA VACCARO<sup>1\*</sup>, LAURA DODYK<sup>2</sup>, ROCÍO LAPIDO<sup>2</sup>, ANDRÉS DE MIGUEL<sup>1</sup> Y PABLO GRILLI<sup>2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología, Genética y Evolución, IEGEBA (CONICET-UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160, Ciudad Universitaria, Pabellón II, 4º piso, laboratorio 55, 1428 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Matheu 1245, 1249 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Dirección de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Buenos Aires (OPDS), Av. 7 1076 5º piso, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Cátedra de Ecología General y Recursos Naturales, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Av. Calchaquí 6200, 1888 Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina.

\*anahivaccaro@gmail.com

**RESUMEN.** Los pastizales naturales, y muchas de sus aves especialistas, se encuentran seriamente amenazados a nivel mundial debido a su reemplazo por prácticas industriales agrícolas, forestales, y de ganadería convencional. Los sistemas ganaderos con pastoreo continuo afectan negativamente a las poblaciones de aves mediante la homogeneización del pastizal. Contrariamente, el manejo controlado por ambientes y el pastoreo rotativo mantienen la heterogeneidad de los pastizales y su biodiversidad. Para promover estas formas de producción surgió la Alianza del Pastizal, una iniciativa que propone la conservación de la biodiversidad de los pastizales naturales por medio de una ganadería por pastoreo rotativo y controlado por ambientes. Evaluamos el efecto de sus prácticas comparando la altura máxima y la variación de altura de los pastizales, la riqueza y composición de las comunidades de aves entre cinco establecimientos ganaderos miembros de la Alianza del Pastizal que realizan manejo por pastoreo rotativo (EMPR), y cinco no miembros con pastoreo continuo (EMPC), en la Pampa Deprimida de Argentina. Comparamos tanto los valores de altura máxima y la variabilidad de altura de la vegetación como la riqueza entre manejos utilizando modelos lineales generalizados. Estudiamos la diferencia en composición de especies con un análisis de ordenamiento y un análisis de porcentaje de similitud. Los EMPR presentaron mayor altura máxima y variación en la altura de la vegetación y mayor riqueza de aves. Esta heterogeneidad permitió encontrar especies playeras migratorias que utilizan pasto corto, así como especialistas de pastizal, algunas globalmente amenazadas, que utilizan pastos altos para nidificar. Nuestros resultados demuestran que las propuestas de manejo como las que promueve la Alianza del Pastizal contribuyen a conservar las comunidades de aves nativas de pastizal.

**PALABRAS CLAVE:** Argentina, aves, diversidad, especies amenazadas, pastoreo continuo, pastoreo rotativo.

**ABSTRACT.** HOW DOES THE ALIANZA DEL PASTIZAL CONTRIBUTE TO THE CONSERVATION OF BIRDS IN THE FLOODING PAMPAS? Natural grasslands, and many of their specialist birds, are severely threatened worldwide due to their replacement by agriculture, forestation, and the conventional livestock industry. Continuous grazing systems negatively affect bird populations through the homogenization of grassland. Conversely, environmentally controlled management and rotational grazing maintain the heterogeneity of grasslands and their biodiversity. The Alianza del Pastizal was created to promote these means of production, being an initiative that proposes the conservation of the biodiversity of natural grasslands by means of livestock farming under environmentally controlled rotational grazing. We evaluated the effect of the Alianza del Pastizal practices in the Argentinian Flooding Pampas by comparing the maximum height and the variation in height of grasslands, the richness and composition of bird communities between five livestock establishments that are members of the Alianza del Pastizal, subject to rotational grazing (EMRG), and five establishments which are not members and perform continuous grazing (EMCG). Using generalized linear models, we compared maximum height and variation in height of grassland and species richness. Moreover, we studied the difference in species composition with an ordination analysis and a similarity percentage analysis. The EMRGs showed greater maximum height and variation in height of grassland and greater bird richness. This heterogeneity allowed us to detect some migratory shorebird species that use short grasses as well as grassland specialists, some of which are globally threatened, that use tall grasses to nest in. Our results show that management proposals such as those promoted by the Alianza del Pastizal contribute to the conservation of native bird communities.

**KEYWORDS:** Argentina, birds, continuous grazing, diversity, endangered species, rotational grazing.

Recibido 14 Julio 2020, aceptado 22 Octubre 2020  
Editor Asociado: Alex Jahn

Los pastizales naturales cubren entre el 31 y el 43% de la superficie del planeta (Malloch-Brown et al. 2000), pero a pesar de su amplia distribución original, también han sido reconocidos como el bioma terrestre donde la biodiversidad y los servicios ecosistémicos corren mayor riesgo a escala mundial debido a la gran disparidad entre la pérdida de hábitat y el bajo grado de protección (Hoekstra et al. 2005, Henwood 2010). El Bioma Pampas representa un bloque de pastizales de 700 000 km<sup>2</sup> compartido entre Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay, que ha sido profundamente transformado por el avance de la agricultura, la forestación y la industria ganadera convencional (Soriano et al. 1991, Overbeck et al. 2007, Modernel et al. 2016). Actualmente sólo conserva entre el 40 y el 45% de la superficie original, pero incluso la mayoría de sus remanentes ha sido modificada por la ganadería (Bilenca y Miñarro 2004, Paruelo et al. 2004, Demaría et al. 2008, Herrera et al. 2009).

La pérdida y degradación de los pastizales debido al uso antrópico de la tierra afecta negativamente a los vertebrados terrestres (Ceballos et al. 2010, Davidson et al. 2012), incluyendo las aves (Stotz et al. 1996, Donald et al. 2006, Askins et al. 2007). Las poblaciones de aves de los pastizales del sureste de Sudamérica han disminuido marcadamente en las últimas décadas (Azpiroz et al. 2012). Particularmente en la región Pampas, la situación es aún más crítica debido a que, de la superficie original de los pastizales, solamente se preserva un 1% en áreas protegidas (Henwood 2010). Por lo tanto, la conservación de la biodiversidad de los pastizales pampeanos no puede depender exclusivamente de las áreas protegidas, sino que se debe basar también en el desarrollo de actividades productivas sustentables (Isacch y Cardoni 2011). Se deben preservar características de hábitats similares a las de los pastizales naturales teniendo en cuenta la conservación y los intereses de los productores (Azpiroz et al. 2012).

Numerosos trabajos han demostrado la relevancia de priorizar la ganadería (en contraposición a otros usos de la tierra) para la conservación de las aves de pastizal (Askins et al. 2007, Codesido y Bilenca 2011, Azpiroz et al. 2012). Por ejemplo, en la región Pampeana, la ganadería es el uso productivo de la tierra que conserva mejor la diversidad de aves de pastizal respecto a la agricultura, las forestaciones y la urbanización (Vaccaro et al. 2019). Además, las aves especialistas de pastizales pueden encontrarse en los pastizales con pastoreo por ganado, y no en cultivos agrícolas (Codesido et al. 2013).

Sin embargo, no todos los tipos de ganadería favorecen a las poblaciones de aves de pastizal. La ganadería con pastoreo continuo homogeniza espacial y temporalmente el pastizal, disminuyendo la oferta de recursos disponibles para las aves (Rodríguez y Jacobo 2012). Tanto en Norte América (Fuhlendorf et al. 2006, Derner et al. 2009) como en Sudamérica (Isacch y Cardoni 2011, Dias et al. 2014, Cardoni et al. 2015) se ha demostrado que los manejos de pastoreo por ganado que incrementan la heterogeneidad espacial y temporal de los pastizales promueven variabilidad en la estructura de la vegetación, favoreciendo a las poblaciones de aves de pastizal. Esto se debe a que las especies de aves de pastizal son sensibles a las variaciones en la estructura de la vegetación (Azpiroz y Blake 2016) porque tienen distintos requerimientos de hábitat; los ensambles de aves de pastizal incluyen aves costeras y migratorias que usan pastizales cortos, aves especialistas de pastizales altos, especies que utilizan pastos cortos para alimentarse y pastos altos para nidificar y especies generalistas asociadas con diferentes hábitats (Filloy y Bellocq 2007, Isacch y Cardoni 2011, Azpiroz et al. 2012, Dias et al. 2014, Dardanelli et al. 2019).

Para fomentar prácticas ganaderas sustentables con la conservación de la biodiversidad de los pastizales, en el año 2006 se establece la Alianza del Pastizal (<http://www.alianzadelpastizal.org/>), una iniciativa internacional (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil) con el principal objetivo de conservar los pastizales naturales en el Cono Sur de Sudamérica a través de acciones coordinadas entre productores ganaderos, organizaciones civiles y gobiernos. La Alianza del Pastizal promueve la implementación de prácticas ganaderas compatibles con la conservación de la biodiversidad. Es una iniciativa de BirdLife International (<http://www.birdlife.org/>) y las entidades fundadoras corresponden a organizaciones no gubernamentales dedicadas a la conservación de las aves (Aves Argentinas, Aves Uruguay, Guyra Paraguay y SAVE Brasil). En Argentina, los establecimientos miembros de la Alianza del Pastizal se encuentran en 10 provincias, principalmente en la Región Pampeana y en los Campos y Malezales.

Actualmente, en la Pampa Deprimida, una de las subregiones del Bioma Pampas, se practican manejos de pastoreo continuo y manejos de pastoreo rotativo controlado por ambientes. Los sistemas basados en pastoreo continuo, una práctica que se viene desarrollando hace al menos 200 años, homogenizan el pastizal y contribuyen a su empobrecimiento y de-

gradación, dando lugar generalmente a una vegetación homogénea de pastos cortos (Derner et al. 2009, Rodríguez y Jacobo 2012, Andrade et al. 2015) con una composición de especies de aves generalistas que pueden utilizar distintos tipos de hábitats abiertos (Filloy y Bellocq 2007, Isacch y Cardoni 2011). En cambio, los sistemas basados en pastoreo rotativo tienden a imitar los regímenes históricos de perturbación, creando un patrón de mosaico en la estructura de la vegetación que proporciona hábitat a una amplia gama de especies, lo que aumenta la riqueza y diversidad (Fuhlendorf et al. 2006, Derner et al. 2009, Dias et al. 2014) y permite la presencia de aves especialistas de pastizal que tienen distintos requerimientos de hábitat (Isacch y Cardoni 2011, Dardanelli et al. 2019). La Alianza del Pastizal promueve la implementación del manejo con pastoreo rotativo y controlado por ambientes, que mantiene y preserva los pastizales naturales y seminaturales y las especies de aves asociadas (Isacch y Cardoni 2011, Rodríguez y Jacobo 2012, Miñarro y Marino 2013). Ecológicamente, el pastoreo rotativo favorece la conservación de la biodiversidad al representar un disturbio intermedio, hipótesis que propone que la máxima diversidad o mejor estado de conservación se alcanza a niveles intermedios de disturbios (Pickett y White 1985, Milchunas et al. 1988, Cingolani et al. 2005, 2008, Rodríguez et al. 2016).

La Pampa Deprimida ha sido más intensamente afectada por el reemplazo de sus pastizales entre 2000 y 2010, periodo en el cual se registró un incremento en la cantidad de cabezas de ganado (Moderne et al. 2016). La Cuenca del Salado (contenida completamente en la Pampa Deprimida) posee la mayor concentración de bovinos del país y es la principal región productora de terneros (Maresca et al. 2019). Por lo tanto, la implementación de manejos ganaderos como los que propone la Alianza del Pastizal representa para la región una oportunidad para la conservación de la biodiversidad de sus pastizales naturales, y que además permite el aumento de la producción sin degradar el pastizal (Rodríguez y Jacobo 2012, Miñarro y Marino 2013).

Con el objetivo de proveer evidencias sobre la conservación de aves en establecimientos de la Alianza del Pastizal en la Pampa Deprimida, en este estudio comparamos tanto la altura máxima de los pastizales y la variación de altura como la riqueza y composición de especies de aves entre establecimientos miembros de la Alianza del Pastizal, que realizan manejo de pastoreo rotativo y controlado por ambientes (Esta-

blecimiento con Manejo de Pastoreo Rotativo, EMPR), y establecimientos no pertenecientes a la Alianza del Pastizal, donde se realiza pastoreo continuo (Establecimientos con Manejo de Pastoreo Continuo, EMPC). Esperamos mayor altura máxima del pastizal y mayor diferencia de altura en los EMPR. A su vez, esperamos mayor riqueza de aves de pastizal en los EMPR que en los EMPC en virtud de que la variedad de hábitats que poseen los EMPR podría permitir mayor cantidad de especies de aves. Por último, esperamos que la composición de especies en los EMPR esté caracterizada por aves de pastizal con distintos requerimientos de hábitat y los EMPC por aves generalistas y aves que pueden utilizar distintos tipos de hábitats abiertos.

## MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en la denominada Pampa Deprimida, ubicada en el centro-este de la Región Pampeana, en la provincia de Buenos Aires, Argentina (León et al. 1984, Soriano et al. 1991). La Pampa Deprimida cubre 90 000 km<sup>2</sup> y originalmente se caracterizaba por pastizales naturales dominados por los géneros *Bothriochloa*, *Paspalum*, *Briza*, *Sporobolus*, *Stipa*, *Panicum*, *Phalaris*, *Vicia* con presencia de *Eryngium*, *Glyceria*, *Solanum*, *Scirpus*, *Zizaniopsis*, *Typha*, *Spartina*, *Distichlis*, *Chloris*, *Salicornia*, *Limonium*, entre otros (Deregibus et al. 1995). Su clima es templado húmedo y posee un relieve con poca pendiente con suelos predominantemente salinos y/o alcalinos con anegamientos frecuentes. Estas características impiden el desarrollo de la agricultura extensiva, por lo que la actividad económica predominante es la cría de ganado vacuno en pastizales naturales y seminaturales (Rodríguez et al. 2018).

Las principales diferencias de manejo ganadero en la Pampa Deprimida y sus implicancias se sintetizan en la Tabla 1. En los establecimientos que realizan pastoreo continuo (EMPC) los pastizales están sometidos a un disturbio de alta frecuencia y selectividad, que determina el deterioro de la vegetación por medio del reemplazo de especies nativas perennes por dicotiledóneas y gramíneas anuales, en su mayoría exóticas, y la drástica disminución de gramíneas invernales debido al sobrepastoreo invierno-primavera de las áreas más altas del paisaje (Deregibus y Soriano 1981, Deregibus y Cahuépe 1983, Sala et al. 1986, Deregibus et al. 1995, Jacobo et al. 2006, Rodríguez et al. 2016). En los pastizales salinos, como

**Tabla 1.** Principales diferencias de manejo entre establecimientos ganaderos con pastoreo continuo (EMPC) y con pastoreo rotativo (EMPR) (adaptado de Rodríguez y Jacobo 2012).

EMPC	EMPR
Delimitación de potreros bajo criterios areales y geométricos	Delimitación de potreros en función de los ambientes que se reconocen en el predio
Ocupación simultánea de la mayoría de los potreros	Ocupación de sólo uno o dos potreros simultáneamente
Hacienda en varios rodeos de pocos animales	Hacienda en uno o pocos rodeos numerosos
Sin rotación: permanencias prolongadas de los animales en cada potrero	Rotaciones permanentes: permanencias breves de los animales en cada potrero
Servicio, parición y destete sin estacionalidad	Servicio, parición y destete estacionales, sincronizados con los momentos de mayor potencial forrajero de los pastizales
Sin tiempos de descanso asignados a los potreros	Asignación de tiempos de descanso de los potreros en función de su máximo potencial productivo
Sin ajuste de intensidad de carga	Ajuste en la intensidad de la carga en cada potrero, procurando el suministro nutricional a la hacienda pero respetando los requerimientos del pastizal para su recuperación
Campo homogéneo con predominancia de pastos cortos y matas de pastos altos	Campo relativamente heterogéneo, con variedad de potreros con pasto corto, intermedio y pasto alto

los más bajos de la Pampa Deprimida (en especial los que se recuestan sobre la costa), el pastoreo continuo aumenta la salinidad del suelo y la prevalencia de especies tolerantes a la sal (Di Bella et al. 2014).

En los establecimientos donde se lleva a cabo un pastoreo rotativo (EMPR) de la Pampa Deprimida, y que pertenecen a la Alianza del Pastizal, el control que se lleva a cabo involucra la exclusión de la hacienda y eventos de defoliación de intensidad, con duración variable según la tasa de crecimiento de las especies de pasto clave, ambos en momentos estratégicos. Esta forma de producción ha permitido recuperar las especies de mayor valor forrajero en distintas comunidades de la Región Pampeana, en campos que habían estado sometidos a pastoreo continuo incrementando la producción de carne, y a la vez conservando la biodiversidad florística (Jacobo et al. 2006, Rodríguez y Jacobo 2012, Vecchio 2014, Rodríguez et al. 2016). Desde el punto de vista productivo, el pastoreo rotativo plantea el empleo de una alta carga animal en los potreros durante cortos periodos a finales de verano, seguido de la exclusión al pastoreo durante el otoño. Así, se promueve la germinación y establecimiento de los pastos anuales invernales y el macollaje de los pastos invernales perennes (los que se pierden por pastoreo continuo), lo cual incrementa la oferta forrajera invernal (Jacobo et al. 2000, Rodríguez et al. 2016).

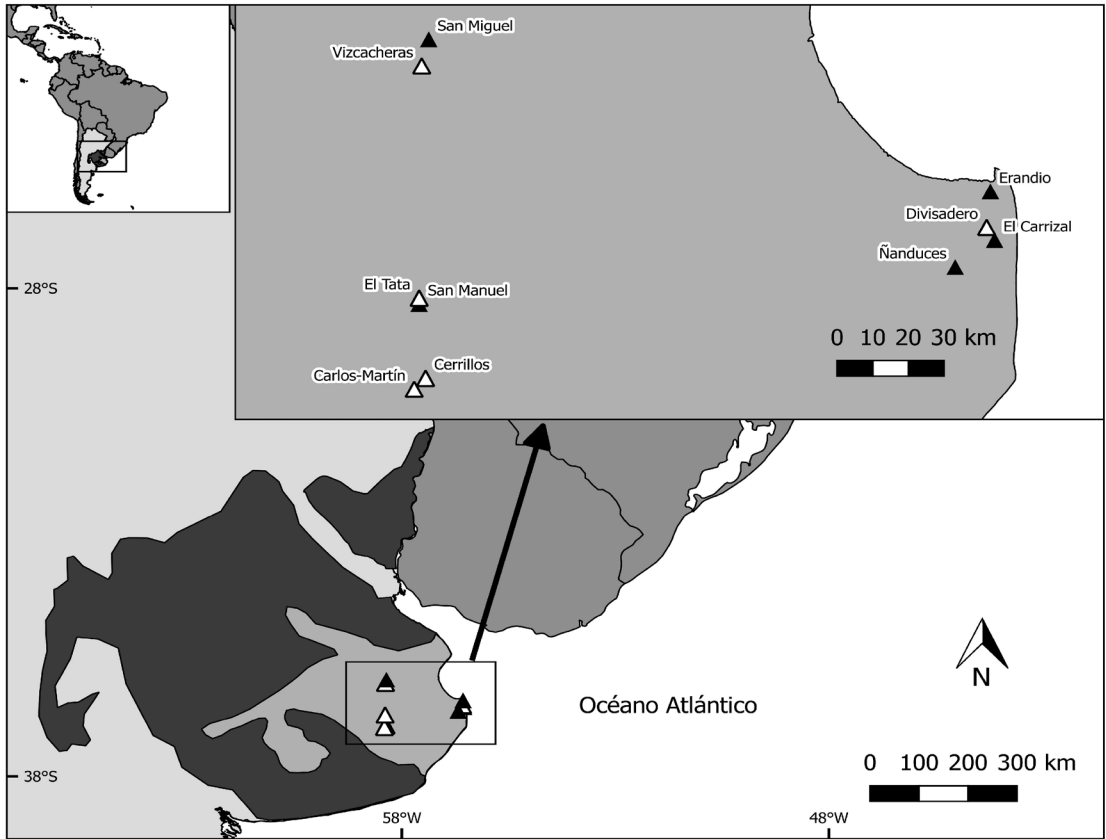
**Diseño de estudio y recolección de datos**

Dentro del área de estudio, seleccionamos 10 sitios de muestreo: 5 EMPR, establecimientos miembros de la Alianza del Pastizal que utilizan pastoreo rotativo, y 5 EMPC, correspondientes a campos que no integran la Alianza del Pastizal y que utilizan pastoreo continuo (Tabla 2, Fig. 1). El número de EMPR estuvo limitado a la cantidad actual existente de establecimientos ganaderos miembros de la Alianza del Pastizal en la Pampa Deprimida. Contactamos establecimientos ganaderos cercanos a los EMPR y que utilizaron pastoreo continuo (EMPC) para mantener las mismas áreas de sitios de muestreo, tanto por cuestiones logísticas como por no incorporar más variabilidad a los sitios.

Realizamos los muestreos entre diciembre de 2018 y marzo de 2019, comprendiendo el periodo primavera-verano austral, el cual es frecuentemente utilizado en los relevamientos de aves de pastizal (e.g. Isacch et al. 2003, Dotta et al. 2016, Dardanelli et al. 2019). En cada sitio de muestreo establecimos seis transectas de 300 m de longitud (seis transectas por cada EMPR y seis transectas por cada EMPC) tanto para el muestreo de aves como para el muestreo de vegetación. Las transectas fueron distribuidas en los sitios de muestreo de manera de representar lo mejor posible la heterogeneidad de altura y tipo de pasti-

**Tabla 2.** Ubicación de los establecimientos ganaderos muestreados con manejo de pastoreo rotativo (EMPR) y manejo de pastoreo continuo (EMPC). Se indica la superficie del sitio que se tuvo en cuenta para la ubicación de las transectas. Las coordenadas se encuentran en grados decimales (datum WGS84).

	Coordenadas		Superficie del sitio (ha)
	X	Y	
EMPC			
Vizcacheras	-36.0874	-58.5754	148
El Tata	-36.7442	-58.5522	101
Cerrillos	-36.9593	-58.5407	588
Carlos-Martín	-36.9819	-58.5478	360
Divisadero	-36.4639	-56.7912	192
EMPR			
San Miguel del Temporal	-36.0185	-58.5643	320
San Manuel	-36.7521	-58.5505	112
El Erandio	-36.3421	-56.8265	610
Carrizal	-36.4957	-56.7608	715
Ñanduces	-36.5770	-56.8781	228



**Figura 1.** Mapa del área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo. Mapa principal: distribución de la Región Pampeana en Argentina (gris oscuro), de la Pampa Deprimida (gris claro) y la ubicación de los sitios de muestreo. Mapa arriba a la derecha: ampliación del área de estudio y localización de los establecimientos ganaderos muestreados, con triángulos blancos se indican los EMPC y con triángulos negros los EMPR.

zales presentes. En los EMPR localizamos transectas tanto en potreros de pasto corto, como en los de pasto medio y pasto alto. Realizamos la misma distribución en los casos de los sitios EMPC que presentaron potreros con diferente altura de pasto. En los EMPC que no presentaron potreros con diferente altura, las seis transectas fueron distribuidas al azar de manera de cubrir la mayor superficie posible del sitio.

Entre el 27 y 28 de diciembre de 2018 muestreamos los sitios “El Tata” y “San Manuel”, entre el 2 y 5 de febrero de 2019 relevamos los sitios “Vizcacheras”, “El Carrizal”, “Divisadero”, “El Erandio”, “Ñanduces” y “San Miguel del Temporal” y el 8 de marzo de 2019 muestreamos los sitios “Cerrillos” y “Carlos-Martin”. Efectuamos los muestreos de aves y de vegetación en cada transecta en días soleados y con viento leve o moderado. Para el conteo de aves utilizamos las transectas considerando un ancho fijo de 100 m para cada una (Ralph et al. 1996), separadas al menos por 200 m entre sí para minimizar posibles sesgos por doble conteo de aves (Bibby et al. 1998). Recorrimos cada transecta una vez para el muestreo de aves (ida) y otra vez para el muestreo de vegetación (regreso). Realizamos los relevamientos de aves en cada transecta durante aproximadamente 15 minutos registrando todos los individuos vistos y oídos desde el amanecer por aproximadamente cuatro horas, y en las últimas tres horas de la tarde. Las aves que volaban por encima del área no fueron consideradas (Ralph et al. 1996). Medimos la altura de la vegetación empleando una regla graduada cada 10 cm (Robel et al. 1970, Fisher y Davis 2010) en tres posiciones: al inicio, en la mitad y al final de cada transecta. En cada una de estas tres posiciones tomamos tres mediciones de la altura de la vegetación, desde cinco m de distancia a la regla graduada, registrando la altura de la planta más alta que se interpuso entre el observador y la regla.

### Análisis de datos

Para comparar las variables de vegetación, primero construimos una matriz de datos con los establecimientos y los valores de altura máxima de la vegetación registrada para cada transecta. Los análisis se realizaron utilizando el programa R (R Core Team 2018).

Comparamos los valores de altura máxima de la vegetación entre manejos ganaderos utilizando un modelo lineal generalizado mixto considerando cada

establecimiento como factor aleatorio. Utilizamos la función “lme” del paquete “nlme” (Pinheiro et al. 2014). Además, con el objetivo de comparar la variabilidad en la altura de la vegetación entre manejos, para cada establecimiento calculamos la diferencia entre el promedio de altura máxima y el promedio de altura mínima. Comparamos los valores de diferencia de altura máxima y mínima entre manejos con un modelo de cuadrados mínimos generalizados (GLS), con la función “gls” del paquete “nlme” y modelando varianzas con la función “varIdent”.

Realizamos una selección del total de especies de aves registradas, considerando aquellas especies vinculadas a los pastizales según Azpiroz et al. (2012) y Vickery et al. (1999) (Tabla 3). Construimos una matriz de sitios por especies considerando el total de individuos y especies registrados en cada establecimiento. Para cada sitio de muestreo, calculamos la riqueza específica de aves y comparamos los valores entre los manejos ganaderos poniendo a prueba un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución Poisson que tuvo como variable respuesta los valores de riqueza observada en cada sitio. El cociente entre la devianza residual y los grados de libertad residuales varió entre 0.7 y 1.5, lo que permitió considerar la ausencia de sub o sobre dispersión (Zuur et al. 2009). Para la construcción de los modelos se utilizó la función “glm” del paquete “lme4”.

Para estudiar el ordenamiento de los sitios de cada manejo en base a la disimilitud en la composición de especies, utilizamos un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con la función “metaMDS” y el índice de Bray Curtis del paquete “VEGAN” (Oksanen et al. 2016, R Core Team 2018). Para conocer las especies que más contribuyeron a las diferencias entre los tipos de manejo, realizamos un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) (Clarke 1993). La función SIMPER realiza comparaciones de a pares de grupos de unidades de muestreo y encuentra las contribuciones promedio de cada variable a la disimilitud promedio general, generando un ranking de posiciones en las variables según su contribución. Seleccionamos las 13 especies que más contribuyeron a diferenciar los sitios EMPR de los EMPC, las cuales mostramos en el gráfico del NMDS. Para ambos análisis utilizamos la matriz de sitios y especies con datos de abundancia. Para todos los análisis utilizamos el software R (R Core Team 2018), y consideramos un  $P < 0.05$  para las diferencias significativas.

**Tabla 3.** Especies de aves registradas en los 10 sitios de muestreo: 5 establecimientos con pastoreo continuo (EMPC) y 5 con manejo de pastoreo rotativo (EMPR) en la Pampa Deprimida en Argentina. Las especies con asterisco (\*) son las asociadas a los pastizales (Vickery et al. 1999, Azpiroz et al. 2012). Para los nombres comunes se siguió a Roesler y González Taboas (2016) y los nombres científicos siguen la propuesta de Remsen et al. (2020). La ocurrencia es la cantidad de sitios en los que fue registrada cada especie. Se muestran las categorías de amenaza de la IUCN (BirdLife International 2020) y las nacionales (MAYDS y AA 2017).

Familia	Nombre científico	Código	Nombre común	Ocurrencia		Categoría	
				EMPC	EMPR	IUCN	Nac.
Rheidae	<i>Rhea americana</i> *	rhe_ame	Ñandú	1	2	NT	VU
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i> *	rhy_ruf	Colorada	1	2	LC	NA
	<i>Nothura maculosa</i> *	not_mac	Inambú Común	4	4	LC	NA
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	den_vid	Sirirí Pampa	1	2	LC	NA
	<i>Callonetta leucophrys</i>	cal_leu	Pato de Collar	1	0	LC	NA
	<i>Spatula versicolor</i>	spa_ver	Pato Capuchino	1	0	LC	NA
	<i>Anas georgica</i>	ana_geo	Pato Maicero	0	2	LC	NA
	<i>Anas flavirostris</i>	ana fla	Pato Barcino	1	1	LC	NA
	<i>Netta peposaca</i>	net_pep	Pato Picazo	1	1	LC	NA
Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i>	pat_pic	Paloma Picazuro	2	3	LC	NA
	<i>Leptotila verreauxi</i>	lep_ver	Yerutí Común	0	1	LC	NA
	<i>Zenaida auriculata</i> *	zen_aur	Torcaza	1	1	LC	NA
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	chl_luc	Picaflor Común	0	2	LC	NA
Aramidae	<i>Aramus guarana</i>	ara_gua	Carau	0	1	LC	NA
Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i> *	plu_dom	Chorlo Pampa	0	3	LC	NA
	<i>Vanellus chilensis</i> *	van_chi	Tero Común	5	5	LC	NA
Scolopacidae	<i>Bartramia longicauda</i> *	bar_lon	Batitú	2	0	LC	VU
	<i>Calidris subruficollis</i> *	cal_sub	Playerito Canela	0	1	NT	AM
	<i>Tringa melanoleuca</i> *	tri_mel	Pitotoy Grande	0	1	LC	NA
	<i>Tringa flavipes</i> *	tri fla	Pitotoy Chico	1	1	LC	NA
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jac_jac	Jacana	0	1	LC	NA
Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i> *	cic_mag	Cigüeña Americana	2	2	LC	NA
	<i>Mycteria americana</i> *	myc_ame	Tuyuyú	0	1	LC	NA
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> *	bub_ibi	Garcita Bueyera	1	2	LC	NA
	<i>Ardea cocoi</i>	ard_coc	Garza Mora	0	1	LC	NA
	<i>Ardea alba</i>	ard_alb	Garza Blanca	2	0	LC	NA
	<i>Syrigma sibilatrix</i> *	syr_sib	Chiflón	2	1	LC	NA
	<i>Egretta thula</i>	egr_thu	Garcita Blanca	0	1	LC	NA
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	ple_chi	Cuervillo de Cañada	3	2	LC	NA
	<i>Theristicus melanopus</i> *	the_mel	Bandurria Austral	1	0	LC	NA
	<i>Platalea ajaja</i>	pla_aja	Espátula Rosada	1	0	LC	NA
Accipitridae	<i>Circus cinereus</i> *	cir_cin	Gavilán Ceniciento	0	1	LC	NA
	<i>Circus buffoni</i> *	cir_buf	Gavilán Planeador	1	4	LC	VU
	<i>Buteo swainsoni</i> *	but_swa	Aguilucho Langostero	1	0	LC	NA
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i> *	ath_cun	Lechucita Vizcachera	1	1	LC	NA
Picidae	<i>Colaptes melanochloros</i>	col_mel	Carpintero Real	0	1	LC	NA
	<i>Colaptes campestris</i> *	col_cam	Carpintero Campestre	0	2	LC	NA



Falconidae	<i>Caracara plancus</i> *	car_pla	Carancho	3	0	LC	NA
	<i>Milvago chimango</i> *	mil_chi	Chimango	4	4	LC	NA
	<i>Falco sparverius</i> *	fal_spa	Halconcito Colorado	2	0	LC	NA
Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i> *	myi_mon	Cotorra común	1	4	LC	NA
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i> *	fur_ruf	Hornero	0	2	LC	NA
	<i>Limnornis curvirostris</i> *	lim_cur	Pajonlera Pico Curvo	0	2	LC	VU
	<i>Phacellodomus striaticollis</i> *	pha_str	Espinero Pecho Manchado	0	3	LC	NA
Tyrannidae	<i>Anumbius annumbi</i> *	anu_ann	Leñatero	0	2	LC	NA
	<i>Asthenes hudsoni</i> *	ast_hud	Espartillero Pampeano	0	4	NT	VU
	<i>Spartonoica maluioides</i> *	spa_mal	Espartillero Enano	1	4	NT	VU
	<i>Polystictus pectoralis</i> *	pol_pec	Tachurí Canela	1	3	NT	VU
	<i>Pseudocolopteryx sclateri</i> *	pse_scl	Doradito Copetón	0	1	LC	NA
	<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i> *	pse fla	Doradito Común	0	1	LC	NA
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	tyr_mel	Suirirí Real	1	3	LC	NA
	<i>Tyrannus savana</i> *	tyr_sav	Tijereta	2	5	LC	NA
	<i>Lessonia rufa</i> *	les_ruf	Sobrepuesto	0	2	LC	NA
	<i>Hymenops perspicillatus</i> *	hym_per	Pico de Plata	0	3	LC	NA
Hirundinidae	<i>Progne tapera</i> *	pro_tap	Golondrina Parda	2	4	LC	NA
	<i>Tachycineta leucorrohoa</i> *	tac_leu	Golondrina Ceja Blanca	5	5	LC	NA
	<i>Hirundo rustica</i> *	hir_rus	Golondrina Tijerita	4	4	LC	NA
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i> *	pet_pyr	Golondrina Rabadilla Canela	1	0	LC	NA
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i> *	cis_pla	Ratona Aperdizada	0	1	LC	NA
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i> *	ant_lut	Cachirla Chica	1	0	LC	NA
	<i>Anthus chacoensis</i> *	ant_cha	Cachirla Trinadora	1	0	LC	NA
	<i>Anthus correndera</i> *	ant_cor	Cachirla Común	3	1	LC	NA
	<i>Anthus hellmayri</i> *	ant_hell	Cachirla Pálida	0	1	LC	NA
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	spi_mag	Cabecitanegra Común	0	4	LC	NA
Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i> *	amm_hum	Cachilo Ceja Amarilla	0	2	LC	NA
	<i>Zonotrichia capensis</i> *	zon_cap	Chingolo	2	4	LC	NA
Icteridae	<i>Leistes superciliaris</i> *	lei_sup	Pecho Colorado	5	4	LC	NA
	<i>Molothrus rufoaxillaris</i> *	mol_ruf	Tordo Pico Corto	0	1	LC	NA
	<i>Molothrus bonariensis</i> *	mol_bon	Tordo Renegrido	0	2	LC	NA
	<i>Agelasticus thilius</i> *	age_thi	Tordo Músico	1	0	LC	NA
	<i>Pseudoleistes virescens</i> *	pse_vir	Pecho Amarillo Común	3	4	LC	NA
Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i> *	sic_lut	Misto	5	5	LC	NA
	<i>Sporophila caerulescens</i> *	spo_cae	Corbatita Común	0	2	LC	NA
	<i>Embernagra platensis</i> *	emb_pla	Verdón	1	5	LC	NA
	<i>Donacospiza albifrons</i> *	don_alb	Cachilo Canela	0	1	LC	NA



RESULTADOS

En los 10 sitios muestreados registramos un total de 1621 individuos correspondientes a 56 especies de aves terrestres: 724 individuos de 34 especies en los EMPC y 897 individuos de 47 especies en los EMPR. Los EMPR presentaron 7 especies que poseen alguna categoría de amenaza a nivel global y/o nacional (Tabla 3).

Los EMPR presentaron mayor altura máxima promedio que los EMPC con diferencias significativas ( $F_{1,54}=16.59, P<0.01$ ), y además tuvieron significativamente mayor diferencia entre altura máxima y mínima que los EMPC ( $F_{1,8}=15.03, P<0.01$ ) (Fig. 2). La riqueza específica difirió significativamente entre los manejos ganaderos, siendo mayor en los EMPR que en los EMPC ( $z=3.43, P<0.01$ ). Hubo 22 especies que únicamente fueron encontradas en los EMPR, entre

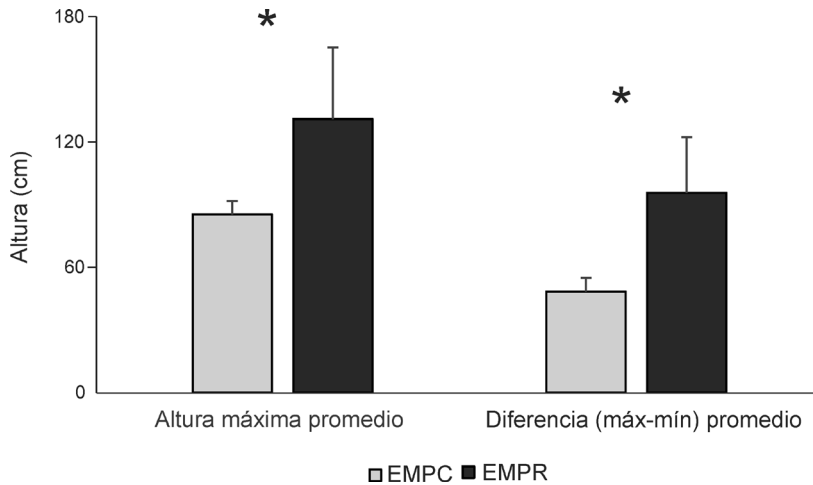


Figura 2. Altura máxima promedio y promedio de la diferencia entre altura máxima y mínima de la vegetación para los establecimientos con manejo de pastoreo rotativo (EMPR) y establecimientos con manejo de pastoreo continuo (EMPC). Las líneas verticales indican el desvío estándar y los asteriscos las diferencias significativas ( $P<0.05$ ).

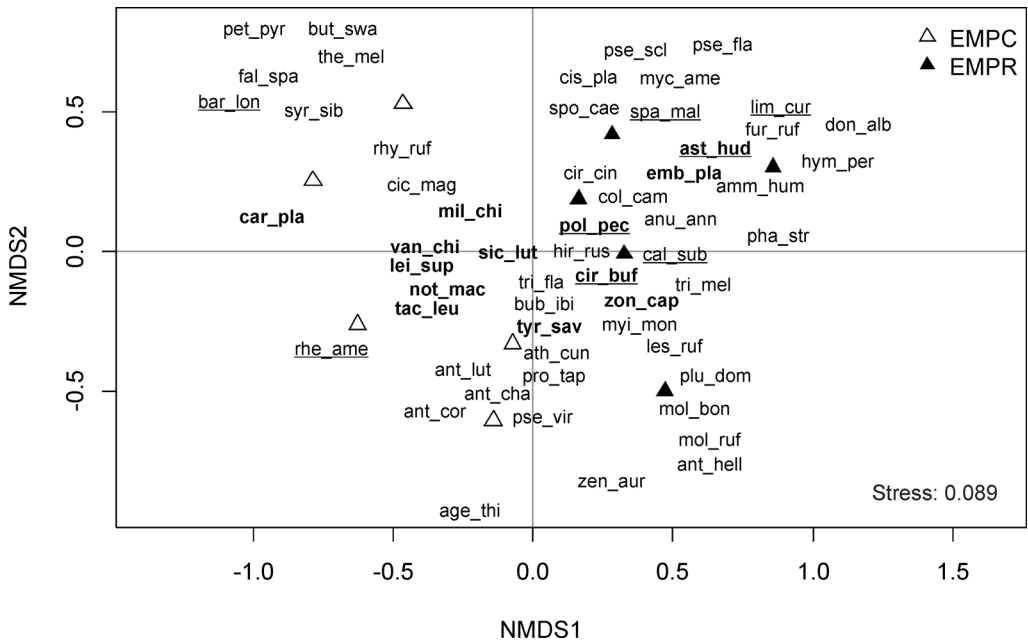


Figura 3. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) sobre las distancias (índice Bray Curtis) entre los tipos de manejo según las especies, en los EMPR (triángulos negros) y en los EMPC (triángulos blancos). La función agrega los puntajes de las especies en el ordenamiento de los sitios. Las especies en negrita son las resultantes del análisis de similitud (SIMPER), y las especies subrayadas son las que presentan alguna categoría de amenaza a nivel nacional y/o internacional. Los acrónimos se encuentran en la Tabla 3.

**Tabla 4.** Especies resultantes del SIMPER que más contribuyeron a diferenciar los establecimientos con pastoreo continuo (EMPC) y los establecimientos con manejo de pastoreo rotativo (EMPR). El promedio es la contribución de las especies a la disimilitud promedio entre grupos, el desvío es la desviación estándar de la contribución y la relación es el cociente entre el promedio y la desviación estándar. La ocurrencia es la cantidad de sitios en los que se registró cada especie, y la abundancia es el número total de individuos registrados para cada especie.

Especies	Promedio	Desvío	Relación	Ocurrencia		Abundancia	
				EMPC	EMPR	EMPC	EMPR
<i>Sicalis luteola</i>	0.105	0.097	1.09	5	5	60	197
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	0.080	0.064	1.25	5	5	149	30
<i>Leistes superciliaris</i>	0.050	0.037	1.34	5	4	90	66
<i>Vanellus chilensis</i>	0.038	0.035	1.08	5	5	87	66
<i>Embernagra platensis</i>	0.024	0.019	1.23	1	5	1	36
<i>Zonotrichia capensis</i>	0.019	0.016	1.15	2	4	4	30
<i>Tyrannus savana</i>	0.015	0.009	1.64	2	5	20	20
<i>Asthenes hudsoni</i>	0.011	0.008	1.34	0	4	0	17
<i>Milvago chimango</i>	0.011	0.011	1.01	4	4	13	17
<i>Caracara plancus</i>	0.008	0.007	1.03	3	0	12	0
<i>Nothura maculosa</i>	0.007	0.005	1.39	4	4	11	12
<i>Polystictus pectoralis</i>	0.003	0.003	1.06	1	3	1	6
<i>Circus buffoni</i>	0.003	0.002	1.31	1	4	1	5

ellas destacamos el Espartillero Pampeano (*Asthenes hudsoni*) presente en cuatro sitios con un total de 17 individuos, el Cachilo Canela (*Donacospiza albifrons*) presente en un sitio con un total de 7 individuos, la Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*) en un sitio con 10 individuos, el Playerito Canela (*Calidris subruficollis*) en un sitio con 22 registros, el Chorlo Pampa (*Pluvialis dominica*) en tres sitios con un total de 33 individuos, la Cachirla Pálida (*Anthus hellmayri*) en un sitio con 9 individuos, el Doradito Copetón (*Pseudocolopteryx sclateri*) registrado en un sitio con 3 individuos y el Espinero Pecho Manchado (*Phacellodomus striaticollis*) presente en tres sitios con un total de 8 individuos (Tabla 3).

El análisis de ordenamiento en base a la composición de especies separó por un lado los EMPR y por otro los EMPC, revelando diferencias en su composición específica. Los sitios correspondientes a los EMPR se ubicaron principalmente en los cuadrantes derechos y los EMPC en su mayoría en los cuadrantes izquierdos (Fig. 3). Como resultado del análisis SIMPER obtuvimos 13 especies que fueron las que más aportaron a esas diferencias (Tabla 4, Fig. 3), entre las cuales se destacan el Misto (*Sicalis luteola*), el Verdón (*Embernagra platensis*), el Gavilán Planeador (*Circus buffoni*), el Tachuri Canela (*Polystictus pectoralis*), el Espartillero Pampeano y la Tijereta (*Tyrannus savana*) más asociados con los EMPR. La Golondrina Ceja Blanca (*Tachycineta leucorrhoa*), el Pecho Colora-

do (*Leistes superciliaris*) y el Tero (*Vanellus chilensis*), se asociaron tanto a EMPR como a EMPC (Fig. 3) pero presentaron mayores abundancias en los EMPC (Tabla 3). Por último, el Carancho (*Caracara plancus*) se asoció solamente a los EMPC (Fig. 3, Tabla 3).

DISCUSIÓN

Los establecimientos pertenecientes a la Alianza del Pastizal que llevan a cabo un pastoreo rotativo y controlado por ambientes mostraron mayor altura máxima y variación de altura en los pastizales y una mayor riqueza de especies de aves, tal como esperábamos. A su vez, permitieron el establecimiento de poblaciones de especies de aves especialistas de pastizal, algunas de las cuales se encuentran en alguna categoría de amenaza a nivel nacional (MAyDS y AA 2017) y/o global (BirdLife International 2020), como el Espartillero Pampeano, el Espartillero Enano, el Tachurí Canela y el Gavilán Planeador. Como se ha demostrado en estudios previos (Isacch y Cardoni 2011, Dias et al. 2014), los pastizales con ganado que tienen hábitats de pastizales de diferente altura contribuyen a la conservación de las aves de pastizal porque permiten la presencia de especies con diferentes requerimientos de hábitat.

Como esperábamos, los EMPR presentaron mayor heterogeneidad en los pastizales que los EMPC, lo que

posiblemente permite ensambles de aves con mayor número de especies. En los EMPC el pastoreo representa un disturbio uniforme y constante que puede estar asociado a una disminución de la heterogeneidad espacial (Fuhlendorf et al. 2006) y, por lo tanto, en la riqueza de aves. Si bien otros estudios también han encontrado una mayor riqueza asociada a los pastizales con pastoreo como disturbio intermedio (Isacch et al. 2005, Dias et al. 2014), hay estudios que no encontraron diferencias en la riqueza entre distintos tipos de pastoreo (Wallis De Vries et al. 2007, Isacch y Cardoni 2011) o detectaron diferentes respuestas de la riqueza según el taxón estudiado (Lengyel et al. 2016). Aunque generalmente se asume que los niveles moderados de pastoreo aumentan la heterogeneidad del hábitat, y en consecuencia la diversidad de aves en los pastizales de Sudamérica (e.g. Isacch et al. 2005, Azpiroz y Blake 2009), la riqueza podría no ser necesariamente un atributo indicador del estado de conservación de los pastizales, y es importante considerar los cambios en la composición de especies (Dias et al. 2017).

En nuestro estudio encontramos diferencias notables respecto a la composición de especies de los EMPC y los EMPR, evidenciadas por los resultados del NMDS y SIMPER. En los EMPC no encontramos predominancia de aves especialistas de pastizal, tal como esperábamos, ya que la homogeneización del pastizal causada por el pastoreo continuo resulta en la falta de hábitats adecuados para las aves especialistas de pastizal (Derner et al. 2009, Rodríguez y Jacobo 2012). En cambio, los EMPR se diferenciaron de los EMPC principalmente por las abundancias de especies de aves especialistas de pastizal, como por ejemplo el Tachuri Canela o el Verdón (Vickery et al. 1999, Azpiroz et al. 2012). Estos resultados se ven reforzados por los encontrados en investigaciones previas en los cuales se demuestra que los pastizales con variedad de hábitats permiten la presencia de diferentes aves especialistas porque cubren los diferentes requisitos de forrajeo y nidificación (Isacch y Martínez 2001, Isacch et al. 2005, Isacch y Cardoni 2011, Dias et al. 2014).

El manejo de pastoreo rotativo genera hábitats de pastizales altos y pastizales cortos que son utilizados por diferentes especies de pastizal. Como esperábamos, encontramos especies que poseen distintos requerimientos asociados a los tipos de pastizales. Destacamos algunas como el Espartillero Pampeano que requiere pastizales altos para nidificar y parches de pastizales cortos para alimentarse (Canevari et al.

1991, Isacch y Cardoni 2011), el Cachilo Canela y la Ratona Aperdizada asociados a pastizales altos y húmedos y que se asocian a cortaderas (*Cortaderia selloana*) para alimentarse y nidificar en esta región (Pretelli et al. 2013, Isacch et al. 2014). Registramos individuos de dos especies insectívoras migratorias neárticas, el Playerito Canela y el Chorlo Pampa, que utilizan los pastizales cortos y húmedos del Bioma Pampas de Argentina, Uruguay y Brasil durante el invierno boreal y que han sido declaradas globalmente con prioridad de conservación por la pérdida del hábitat de invernada (Blanco et al. 2004, Isacch y Cardoni 2011, Lanctot et al. 2016, Aldabe et al. 2019). También registramos individuos de Cachirla Pálida, especie asociada a pastizales de altura intermedia (Dias et al. 2014). Si bien algunas de estas especies fueron registradas solo en un sitio EMPR, la mayoría de las especies fueron registradas en distintos sitios y en algunas ocasiones en más de un sitio, por lo que sostenemos que los EMPR ofrecen variedad de tipos de hábitat para cubrir las necesidades de estas especies.

Los manejos ganaderos con pastoreo rotativo y controlado por ambientes promovidos por la Alianza del Pastizal son clave para la conservación de las especies de aves de pastizal (Rodríguez y Jacobo 2012, Miñarro y Marino 2013), y nuestros resultados lo refuerzan ya que encontramos en los EMPR especies de aves de pastizal asociadas a pastizales con distinta altura. La existencia de ambientes de pasto corto, medio y alto permite la presencia de varias aves que tienen distintos requerimientos, como por ejemplo las aves costeras y migratorias que utilizan pastos cortos para alimentarse o aves que necesitan pastos altos para nidificar (Isacch y Cardoni 2011, Azpiroz et al. 2012). Además, el manejo de pastoreo rotativo tiene en cuenta los tiempos de recuperación de especies de gramíneas estivales e invernales, por lo que existe una variación estacional en la heterogeneidad del pastizal (Miñarro y Marino 2013) cuyo efecto en las comunidades de aves será evaluado en futuros estudios.

Con nuestro trabajo aportamos mayor evidencia para fomentar las prácticas ganaderas de pastoreo rotativo y controlado por ambientes. Dado que la superficie protegida del Bioma Pampas en Argentina apenas alcanza el 2,66% (Nanni et al. 2020), los campos privados resultan el refugio principal de los pastizales naturales y su biodiversidad. Por lo tanto, el trabajo de gestión, vinculación, investigación y difusión que viene desarrollando la Alianza del Pastizal para aumentar la cantidad de establecimientos pri-

vados con pastizales que realicen pastoreo rotativo y controlado por ambientes es fundamental para la conservación de las aves de pastizal.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Gabriela Gabarain, Federico Quiroga, Pablo Nazar, Ezequiel Sack, Maggie Marín, Manuela Rodríguez Jurado, Patricio Mc Loughlin, Esteban Martiarena, Joaquín Aldabe, Santiago Cardoni, Facundo Pedraz, Abel Gofio y Rubén Guerrero. Agradecemos los comentarios de dos revisores anónimos y del editor asociado Alex Jahn que ayudaron a mejorar el manuscrito. Queremos dedicar este trabajo a la memoria de María Teresa Echevarría. Este trabajo se desarrolló en el marco del Monitoreo de Biodiversidad de los campos de la Alianza del Pastizal, bajo la coordinación de Aves Argentinas, y gracias al financiamiento del US Forest Service y el apoyo logístico de BirdLife International.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALDABE J, LANCTOT RB, BLANCO D, ROCCA P Y INCHAUSTI P (2019) Managing Grasslands to Maximize Migratory Shorebird Use and Livestock Production. *Rangeland Ecology and Management* 72:150-159
- ANDRADE BO, KOCH C, BOLDRINI II, VÉLEZ-MARTIN E, HASENACK H, HERMANN J-M, KOLLMANN J, PILLAR VD Y OVERBECK GE (2015) Grassland degradation and restoration: a conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. *Natureza & Conservação* 13:95-104
- ASKINS RA, CHÁVEZ-RAMÍREZ F, DALE BC, HAAS CA, HERKERT JR, KNOPF FL Y VICKERY PD (2007) Conservation of Grassland Birds in North America: Understanding Ecological Processes in Different Regions. *Ornithological Monographs* 64:1-46
- AZPIROZ AB Y BLAKE JG (2009) Avian assemblages in altered and natural grasslands in the Northern Campos of Uruguay. *Condor* 111:21-35
- AZPIROZ AB Y BLAKE JG (2016) Associations of grassland birds with vegetation structure in the Northern Campos of Uruguay. *Condor* 118:12-23
- AZPIROZ AB, ISACCH JP, DIAS RA, DI GIACOMO AS, FONTANA CS Y PALAREA CM (2012) Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology* 83:217-246
- BIBBY C, JONES M Y MARSDEN S (1998) *Expedition field techniques: bird surveys*. Royal Geographical Society, London
- BILENCA D Y MIÑARRO F (2004) *Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020) *IUCN Red List for birds* (URL: <http://www.birdlife.org>)
- BLANCO DE, LANCTOT RB, ISACCH JP Y GILL VA (2004) Pastizales templados del Sur de América del Sur como hábitat de aves playeras migratorias. *Ornitología Neotropical* 15:159-167
- CANEVARI M, CANEVARI P, CARRIZO GR, HARRIS G, RODRÍGUEZ MATA J Y STRANECK RJ (1991) *Nueva guía de las aves argentinas*. Volumen 2. Fundación Acindar, Buenos Aires
- CARDONI DA, ISACCH JP Y IRIBARNE O (2015) Avian responses to varying intensity of cattle production in *Spartina densiflora* saltmarshes of South-Eastern South America. *Emu* 115:12-19
- CEBALLOS G, DAVIDSON A, LIST R, PACHECO J, MANZANO-FISCHER P, SANTOS-BARRERA G Y CRUZADO J (2010) Rapid decline of a grassland system and its ecological and conservation implications. *PLoS One* 5:e8562
- CINGOLANI AM, NOY-MEIR I Y DIAZ S (2005) Grazing effects on rangeland diversity: a synthesis of contemporary models. *Ecological Applications* 15:757-773
- CINGOLANI AM, NOY-MEIR I, RENISON DD Y CABIDO M (2008) La ganadería extensiva: ¿Es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología Austral* 18:253-271
- CLARKE KR (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143
- CODESIDO M Y BILENCA DN (2011) Los pastizales y el servicio de soporte de la biodiversidad: Respuesta de la riqueza de aves terrestres a los usos de la tierra en la provincia de Buenos Aires. Pp. 511-526 en: LATERRA P, JOBBÁGY EG Y PARUELLO J. (eds) *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. INTA, Buenos Aires
- CODESIDO M, GONZÁLEZ-FISCHER CM Y BILENCA DN (2013) Landbird Assemblages in Different Agricultural Landscapes: A Case Study in the Pampas of Central Argentina. *Condor* 115:8-16
- DARDANELLI S, ALDABE J, CALAMARI N, CANAVELLI S, BARZAN F, GOJMAN A, LEZANA L, SOCA P Y BLUMETTO O (2019) Birds as environmental indicators for the design of sustainable livestock systems. Proceedings of the 6th International Symposium for Farming Systems Design (FSD6), Montevideo
- DAVIDSON AD, DETLING JK Y BROWN JH (2012) Ecological roles and conservation challenges of social, burrowing, herbivorous mammals in the world's

- grasslands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10:477-486
- DEMARÍA MR, AGUADO SUÁREZ I y STEIN AKER DF (2008) Reemplazo y fragmentación de pastizales pampeanos semiáridos en San Luis, Argentina. *Ecología Austral* 18:55-70
- DEREGIBUS VA y CAHUÉPE MA (1983) Pastizales naturales de la Depresión del Salado: utilización basada en conceptos ecológicos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 18:47-78
- DEREGIBUS VA, JACOBO E y RODRÍGUEZ A (1995) *Perspective*: Improvement in rangeland condition of the Flooding Pampa of Argentina through controlled grazing. *African Journal of Range and Forage Science* 12:92-96
- DEREGIBUS VA y SORIANO A (1981) Los pastizales de la zona de cría de la Depresión del Salado desde el punto de vista ecológico. *Revista Argentina de Producción Animal* 1:60-83
- DERNER JD, LAUENROTH WK, STAPP P y AUGUSTINE DJ (2009) Livestock as ecosystem engineers for grassland bird habitat in the Western Great Plains of North America. *Rangeland Ecology Management* 62:111-118
- DI BELLA CE, JACOBO E, GOLLUSCIO RA y RODRÍGUEZ AM (2014) Effect of cattle grazing on soil salinity and vegetation composition along an elevation gradient in a temperate coastal salt marsh of Samborombón Bay (Argentina). *Wetlands Ecology and Management* 22:1-13
- DIAS RA, BASTAZINI VA y GIANUCA AT (2014) Bird-habitat associations in coastal rangelands of southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 104:200-208
- DIAS RA, GIANUCA AT, VIZENTIN-BUGONI J, GONÇALVES MSS, BENCKE GA, y BASTAZINI VAG (2017) Livestock disturbance in Brazilian grasslands influences avian species diversity via turnover. *Biodiversity and Conservation* 26:2473-2490
- DONALD PF, SANDERSON FJ, BURFIELD IJ y VAN BOMMEL FP (2006) Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116:189-196
- DOTTA G, PHALAN B, SILVA TW, GREEN R y BALMFORD A (2016) Assessing strategies to reconcile agriculture and bird conservation in the temperate grasslands of South America. *Conservation Biology* 30:618-627
- FILLOY J y BELLOCQ MI. (2007). Patterns of bird abundance along the agricultural gradient of the Pampas region. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120:291-298
- FISHER RJ y DAVIS SK (2010) From Wiens to Robel: a review of grassland-bird habitat selection. *Journal of Wildlife Management* 74:265-273
- FUHLENDORF SD, HARRELL WC, ENGLE DM, HAMILTON RG, DAVIS CA y LESLIE JR DM (2006) Should heterogeneity be the basis for conservation? Grassland bird response to fire and grazing. *Ecological Applications* 16:1706-1716
- HENWOOD WD (2010) Toward a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. *Great Plains Research* 20:121-134
- HERRERA LP, LATERRA P, MACEIRA NO, ZELAYA KD y MARTÍNEZ GA (2009) Fragmentation status of tall-tussock grassland relicts in the Flooding Pampa, Argentina. *Rangeland Ecology and Management* 62:73-82
- HOEKSTRA JM, BOUCHER TM, RICKETTS TH y ROBERTS C (2005) Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8:23-29
- ISACCH JP, BO MS, MACEIRA NO, DEMARÍA MR y PELUC S (2003) Composition and seasonal changes of the bird community in the west pampa grasslands of Argentina. *Journal of Field Ornithology* 74:59-65
- ISACCH JP y CARDONI DA (2011) Different Grazing Strategies Are Necessary to Conserve Endangered Grassland Birds in Short and Tall Salty Grasslands of the Flooding Pampas. *Condor* 113:724-734
- ISACCH JP, CARDONI DA y IRIBARNE OO (2014) Diversity and habitat distribution of birds in coastal marshes and comparisons with surrounding upland habitats in southeastern South America. *Estuaries and Coasts* 37:229-239
- ISACCH J P, MACEIRA NO, BO MS, DEMARÍA MR y PELUC S (2005) Bird-habitat relationship in semi-arid natural grasslands and exotic pastures in the west pampas of Argentina. *Journal of Arid Environments* 62:267-283
- ISACCH JP y MARTÍNEZ MM (2001) Estacionalidad y relaciones con la estructura del hábitat de la comunidad de aves de pastizales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) manejados con fuego en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ornitología Neotropical* 12:345-354
- JACOBO EJ, RODRÍGUEZ AM, BARTOLONI N y DEREGIBUS VA (2006) Rotational Grazing Effects on Rangeland Vegetation at a Farm Scale. *Rangeland Ecology & Management* 59:249-257
- JACOBO EJ, RODRÍGUEZ AM, ROSSI JL, SALGADO LP y DEREGIBUS VA (2000) Rotational stocking and production of Italian ryegrass on Argentinean rangelands. *Journal of Range Management* 53:483-488
- LANCOTOT RB, YEZERINAC S, ALDABE J, BOSI DE ALMEIDA J, CASTRESANA G, BROWN S, ROCCA P, SAALFELD ST y FOX JW (2016) Light-level geolocation reveals migration patterns of the buff-breasted sandpiper. *Wader Study* 123:29-43

- LENGYEL S, DÉRI E Y MAGURA T (2016) Species richness responses to structural or compositional habitat diversity between and within grassland patches: a multi-taxon approach. *PLoS One* 11:e0149662
- LEÓN RJC, RUSCH GM Y OESTERHELD M (1984) Pastizales pampeanos - impacto agropecuario. *Phytocoenologia* 12:201-218
- MAYDS Y AA (2017) *Categorización de las Aves de la Argentina*. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de Aves Argentinas, edición electrónica, Buenos Aires (URL: <https://avesargentinas.org.ar/sites/default/files/Categorizacion-de-aves-de-la-Argentina.pdf>)
- MARESCA S, LÓPEZ VALIENTE S, LARREA G, RODRÍGUEZ A, ESCURDIA P Y DE ORTUZAR R (2019) Desarrollo de sistemas de cría intensiva y sustentable en Cuenca del Salado. Pp. 9-14 en: PASINATO A, GRIGIONI G Y ALENDE M (eds.) *Producción bovinos para carne (2013-2017). Programa Nacional de Producción Animal. Sistemas de producción Bienestar animal y calidad de producto*. INTA, Buenos Aires
- MILCHUNAS DG, SALA OE Y LAUENROTH WK (1988) A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132:87-106
- MIÑARRO F Y MARINO GD (2013) *Ganadería sustentable de pastizal. Producir y conservar es posible*. Aves Argentinas y Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- MODERNEP P, ROSSING WAH, CORBEELS M, DOGLIOTTI S, PICASSO V Y TITTONELL P (2016) Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. *Environmental Research Letters* 11:113002
- NANNI AS, PIQUER-RODRÍGUEZ M, RODRÍGUEZ D, NÚÑEZ REGUEIRO M, PERIAGO ME, AGUIAR S, BALLARI S, BLUNDO C, DERLINDATI E, DI BLANCO Y, ELJALL A, GRAU HR, HERRERA L, HUERTAS HERRERA A, IZQUIERDO AE, LESCANO JN, MACCHI L, MAZZINI F, MILKOVIC M, MONTTI L, PAVIOLO A, PEREYRA M, QUINTANA R, QUIROGA V, RENISON D, BEADE MS, SCHAAF A Y GASPARRI NI (2020) Presiones sobre la conservación asociadas al uso de la tierra en las ecorregiones terrestres de la Argentina. *Ecología Austral* 30:304-320
- OKSANEN J, BLANCHET FG, KINDT R, LEGENDRE P, MINCHIN PR, O'HARA RB, SIMPSON GL, SOLYMOS P, STEVENS MHH Y WAGNER H (2016) *Vegan: community ecology package*. R package version 2.4-3. R Foundation for Statistical Computing, Vienna
- OVERBECK GE, MÜLLER SC, FIDELIS A, PFADENHAUER J, PILLAR VD, BLANCO CC, BOLDRINI II, BOTH R Y FORNECK ED (2007) Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9:101-116
- PARUELO JM, GUERSCHMAN JP, BALDI G Y DI BELLA CM (2004) La estimación de la superficie agrícola. Antecedentes y una propuesta metodológica. *Interciencia* 29:421-427
- PICKETT STA Y WHITE PS (1985) The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, London
- PINHEIRO J, BATES D, DEBROY S, SARKAR D Y R CORE TEAM (2014) *nlme: Linear and Nonlinear mixed effects models*. R package version 3.1-150 (URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>)
- PRETELLI MG, ISACCH JP Y CARDONI DA (2013) Year-round abundance, richness and nesting of the bird assemblage of tall grasslands in the south-east Pampas region, Argentina. *Ardeola* 60:327-343
- R CORE TEAM (2018) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena (URL: <https://www.r-project.org>)
- RALPH CJ, GEUPEL GR, PYLE P, MARTIN TE, DESANTE DF, MILÁ B, JOHN C, GEOFFREY R, THOMAS E Y DAVID F (1996) *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, US Department of Agriculture, Albany
- REMSEN JR JV, ARETA JI, BONACCORSO E, CLARAMUNT S, JARAMILLO A, PACHECO JF, RIBAS C, ROBBINS MB, STILES FG, STOTZ DF Y ZIMMER KJ (2020) *A classification of the bird species of South America*. American Ornithological Society, Chicago (URL: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>)
- ROBEL RJ, BRIGGS JN, DAYTON AD Y HULBERT LC (1970) Relationships between visual obstruction measurements and weight of grassland vegetation. *Journal of Range Management* 23:295-297
- RODRÍGUEZ AM Y JACOBO EJ (2012) *Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la pampa deprimida: buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal. kit de extensión para las pampas y campos*. Fundación Vida Silvestre Argentina y Aves Argentinas, Buenos Aires
- RODRÍGUEZ AM, JACOBO EJ Y GOLLUSCIO RA (2018) Glyphosate Alters Aboveground Net Primary Production, Soil Organic Carbon, and Nutrients in Pampean Grasslands (Argentina) *Rangeland Ecology and Management* 71:119-125
- RODRÍGUEZ AM, JACOBO EJ, ROITMAN G, MIÑARRO F, PRELIASCO P Y BEADE M (2016) Manejo de la oferta forrajera en el Parque Nacional Campos del Tuyú y en campos ganaderos vecinos para la conservación del venado de las pampas. *Ecología Austral* 26:150-165



- ROESLER I y GONZÁLEZ TABOAS FG (2016) *Lista de las aves argentinas*. Aves Argentinas, Buenos Aires
- SALA OE, OESTERHELD M, LEÓN RJC y SORIANO A (1986) Grazing effects upon plant community structure in sub humid grasslands of Argentina. *Vegetatio* 67:27-32
- SORIANO A, LEÓN RJC, SALA OE, LAVADO RS, DEREGIBUS VA, CAUHÉPÉ MA, SCAGLIA OA, VELÁZQUEZ ACA y LEMCOFF JH (1991) Río de la Plata Grasslands. Pp. 367-407 en: COUPLAND RT (ed.) *Ecosystems of the world 8A, natural grasslands, introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, New York
- STOTZ DF, FITZPATRICK JW, PARKER III TA y MOSKOVITS DK (1996) *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago
- MALLOCH-BROWN MM, TÖPFER K, WOLFENSOHN JD y LASH J (2000) *World resources 2000-2001, people and ecosystems: the fraying web of life*. World Resources Institute, Washington DC, USA
- VACCARO A, FILLOY J y BELLOCQ MI (2019) What land use better preserves the functional and taxonomic diversity of birds in a grassland biome? *Avian Conservation and Ecology* 14:1
- VECCHIO MC (2014) *Modificaciones en la vegetación y el suelo inducidos por el manejo del pastoreo en la estepa de halófitas de la pampa deprimida*. Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- VICKERY PD, TUBARO PL, CARDOSA DA SILVA JM, PETERJOHN BG, HERKERT JR y CAVALCANTI RB (1999) Conservation of grassland birds in the western hemisphere. *Studies in Avian Biology* 19:2-26
- WALLIS DE VRIES MF, PARKINSON AE, DULPHY JP, SAYER M, DIANA E (2007) Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity. *Grass and Forage Science* 62:185-197
- ZUUR A, IENO EN, WALKER N, SAVELIEV AA y SMITH GM (2009) *Mixed Effects Models and extensions in ecology with R*. Springer, New York