

Pastizales urbanos de la Región Metropolitana de Buenos Aires: Un debate sobre la importancia y desafíos de su conservación

CECILIA D. MOLINA^{1,2,3,✉}; SOFÍA CAMPANA^{1,4}; MARIANA CIAVATTINI^{1,4}; SARA ARADVARI HORVAT¹; MARÍA C. SILVOSO¹; MARÍA M. CAFFARO¹; MORA JEROHAM¹ & PAMELA GRAFF^{1,4,5}

¹ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. ² Universidad Provincial de Ezeiza. Buenos Aires, Argentina. ³ Fundación Amigos de la Tierra Argentina-Tierra Nativa. Buenos Aires, Argentina. ⁴ CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA). Buenos Aires, Argentina. ⁵ Agencia de Extensión Rural Coronel Suárez, EEA Cesáreo Naredo, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

RESUMEN. La conservación de la vegetación en ambientes urbanos, especialmente de los pastizales, es una problemática poco abordada, pero de gran relevancia ecológica y social. En este artículo proponemos un debate abierto sobre la importancia de los pastizales urbanos y periurbanos, los desafíos para conservar su biodiversidad y las implicancias socioecológicas asociadas. Para ello, nos basamos en relevamientos de diversidad vegetal en cinco pastizales urbanos de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), donde organizaciones socioambientales comprometidas participan en su conservación. Primero, exploramos las problemáticas de los pastizales, la definición de pastizal urbano y sus distintas acepciones en la literatura, así como la percepción y la valoración de la sociedad de estos espacios. Sintetizamos los beneficios que los pastizales urbanos aportan a la sociedad, incluyendo la conservación de la biodiversidad, la recreación y la educación ambiental. Luego, describimos las características específicas de cinco áreas de pastizales en la RMBA destinadas a conservación. En estas áreas, a pesar de la fragmentación de la matriz urbana y la presencia de especies exóticas invasoras, persiste una proporción significativa de especies nativas representativas del pastizal pampeano, valiosas para la conservación de la biodiversidad urbana. Esto evidencia la importancia ecológica de los pastizales urbanos y la necesidad de generar estrategias efectivas para conservar y restaurar sus fragmentos. Finalmente, analizamos las ventajas y oportunidades que estos fragmentos representan para la región. Proponemos soluciones a las problemáticas identificadas, como implementar prácticas de manejo adecuadas para reducir la invasión de especies exóticas y promover la restauración de los pastizales.

[Palabras clave: ambientes urbanos, áreas protegidas urbanas, conservación, diversidad vegetal, fragmentación, participación ciudadana, plantas nativas y exóticas]

ABSTRACT. Urban grasslands in the Metropolitan Region of Buenos Aires: a debate on the importance and challenges of their conservation. The conservation of vegetation in urban environments, particularly grasslands, is a seldom-addressed yet highly relevant issue from both ecological and social perspectives. In this article, we open a discussion on the importance of urban and peri-urban grasslands, the challenges of conserving biodiversity in these areas, and the related socioecological issues. To support this discussion, we conducted surveys of plant diversity in five urban grasslands within the Metropolitan Region of Buenos Aires (RMBA), where socio-environmental organizations actively engage in conservation efforts. First, we explore the problems of grasslands, the definition of urban grasslands and their various interpretations in the literature, and society's perception and appreciation of these areas. We summarize the benefits that urban grasslands provide to society, including biodiversity conservation, recreation and environmental education. Next, we describe the specific characteristics of five RMBA grassland areas designated for conservation. In these areas, despite the fragmentation of the urban matrix and the presence of invasive exotic species, a significant proportion of native species typical of the Pampean grassland remains, which are valuable for conserving urban biodiversity. This highlights the ecological importance of these areas and the need to develop effective strategies for conserving and restoring urban grassland fragments. Finally, we examine the advantages and potential opportunities these fragments represent for the region and propose solutions to the identified challenges, such as implementing suitable management practices to reduce exotic species invasion and restore grasslands.

[Keywords: citizen participation, conservation, fragmentation, native and exotic plants, plant diversity, urban environments, urban protected areas]

PROBLEMÁTICA DE LOS PASTIZALES

El bioma de pastizal enfrenta una marcada retracción a nivel mundial, con pérdidas sustanciales de biodiversidad derivadas de los cambios en el uso del suelo (Henwood 2010; Carbutt et al. 2017). En la ecorregión Pampa, en la Argentina, donde prevalecen los pastizales, solo persiste un 20% de la superficie de estos ecosistemas en estado natural o seminatural (Nanni et al. 2020). En las últimas tres décadas, el retroceso de la superficie con pastizal en la ecorregión fue del 5% (Proyecto MapBiomias Argentina, Colección 1). Ante este escenario, resulta imperativo fortalecer sus medidas de restauración y preservación. En contextos de expansión urbana surge la necesidad fundamental de cuestionar y debatir sobre el papel ecológico y social que pueden desempeñar los remanentes de pastizal en entornos urbanos y periurbanos. La evidencia respalda que las áreas pequeñas de vegetación son viables como remanentes de pastizal (McCarthy et al. 2006; Williams et al. 2006) y pueden funcionar como refugios para la vida silvestre (Kendal et al. 2017; Volenec and Dobson 2020). A pesar de esta evidencia sobre sus beneficios, persiste una subvaloración de estas áreas remanentes a escala global (Filibeck et al. 2016; Buisson et al. 2019). Sin embargo, en algunos sitios urbanizados, vecinos/as y agrupaciones sociales realizan un esfuerzo conjunto por preservar estos remanentes de pastizal, impulsados por motivaciones sociales y ecológicas (Escobar Basavilbaso 2022; Mejía and Amaya-Espinel 2022). En el caso particular de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), diferentes grupos de vecinos/as autoconvocados/as mostraron un compromiso fuerte por conservar y mantener algunos pastizales urbanos en los espacios que habitan, con el fin de mejorar su calidad de vida (Caruso 2022; Pereira 2021). En este sentido, como resultado de estas iniciativas de la sociedad civil, han surgido áreas protegidas urbanas que conservan este ecosistema dentro de la RMBA (Caruso 2022; Pereira 2021).

El objetivo de este trabajo es discutir los siguientes interrogantes: ¿Qué son los pastizales urbanos? ¿Logran los pastizales urbanos mantener la diversidad vegetal nativa? ¿Cuáles son los beneficios ecológicos y sociales de conservar los pastizales urbanos? A modo de punto de partida para este debate, seleccionamos como caso de estudio cinco pastizales urbanos de la RMBA para caracterizarlos. Esto nos permitirá plantear

los desafíos y oportunidades que presenta la conservación de los pastizales de estos ambientes urbanos en la RMBA y discutir la importancia de estos ecosistemas en entornos urbanos.

¿QUÉ SON LOS PASTIZALES URBANOS?

La noción de pastizales urbanos abarca una rica diversidad de entornos. En términos generales, nos referimos a pastizales como áreas que se distinguen por la predominancia de vegetación herbácea —sobre todo, gramíneas o graminoides— y la ausencia de árboles (Dixon et al. 2014). Los pastizales urbanos pueden presentar variaciones notables en su uso actual, desde la carencia de prácticas de manejo (Dylewsky et al. 2019) hasta constituir sitios muy intervenidos (Klaus 2013). La diversidad se amplía aun más al considerar el origen. Algunos surgen de la planificación deliberada, con la siembra de especies de interés; otros se desarrollan de manera natural como resultado de procesos sucesionales. En este sentido, áreas muy diversas se pueden considerar pastizales urbanos, como puede ser el caso de vastas extensiones seminaturales, terrenos baldíos, zonas anegables y corredores de transporte (Fischer et al. 2013b; Onandia et al. 2019), así como también instalaciones deportivas, espacios de recreación e, incluso, los céspedes de jardines domésticos (Klaus 2013; Mollashahi et al. 2020). Es posible que, al adentrarse en estas descripciones, la percepción del lector de lo que constituye un pastizal urbano no se ajuste por completo a alguna de estas categorías. Esto resalta la falta de consenso entre distintos enfoques y autores. Por lo tanto, es muy complejo diseñar estrategias específicas de conservación y gestión para estos ecosistemas, que entrelazados en la trama misma de nuestras ciudades, fusionan lo natural y lo urbano de manera única.

Dentro de la variedad de tipos de pastizales urbanos que pueden encontrarse, se destacan aquellos que se encuentran bajo algún régimen de conservación, específicamente en vías de conservación o designados como áreas protegidas urbanas. Estos espacios, en términos generales, engloban ecosistemas de vegetación gramínea espontánea que no están sujetos a un manejo intensivo, como podrían ser cortes frecuentes y aplicación de herbicidas. En este trabajo dirigimos nuestra atención hacia este tipo particular de pastizales

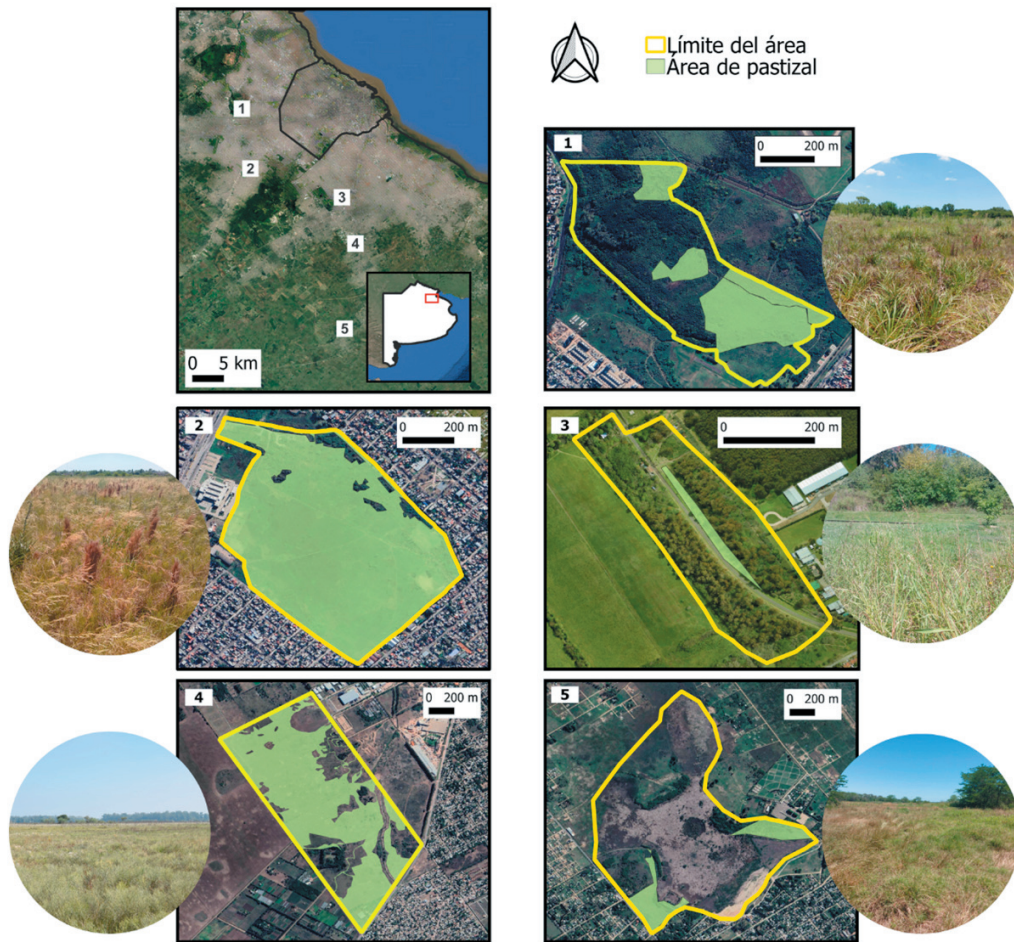


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas estudiadas con remanentes de pastizales en la Región Metropolitana de Buenos Aires. 1) Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar 'Isla Verde', El Palomar. 2) Reserva Natural de Laferrere (no legislada), G. Laferrere. 3) Reserva Municipal Santa Catalina, Lomas de Zamora. 4) Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, 'Camino de las Flores', Longchamps. 5) Reserva Natural Laguna de San Vicente, San Vicente. Los límites de cada área se muestran en amarillo; el área correspondiente a pastizales en verde claro.

Figure 1. Geographic location of the study areas with grassland remnants in the Metropolitan Region of Buenos Aires (RMBA, by its acronym in Spanish). 1) Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar, El Palomar. 2) Reserva Natural de Laferrere (not legislated), G. Laferrere. 3) Reserva Municipal Santa Catalina, Lomas de Zamora. 4) Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, Longchamps. 5) Reserva Natural Laguna de San Vicente, San Vicente. The boundaries of each area are outlined in yellow, and the grassland areas are highlighted in light green.

y nos enfocamos en cinco áreas verdes con pastizales de la RMBA (Figura 1 y Tabla 1). Lamentablemente, en la RMBA existen pocas áreas protegidas que preservan este tipo de vegetación (Bertonatti 2021). Esto se debe al crecimiento urbano no planificado, que desplaza a los sitios de conservación hacia áreas consideradas 'marginales' o 'espacios vacíos' dentro de la ciudad (Schmidt 2016). Cabe destacar que muchas de estas áreas también albergan otros ambientes, como arroyos, humedales, arbustales y bosques con especies nativas de talar, e implantados o invadidos espontáneamente con especies exóticas (ver Tabla 1).

¿LOGRAN LOS PASTIZALES URBANOS MANTENER LA DIVERSIDAD VEGETAL NATIVA?

Si bien se reconoce el rol de los pastizales naturales en la conservación de la flora nativa (White et al. 2000; Petermann and Buzhdygan 2021), en el caso de los pastizales urbanos, esto se encuentra en discusión. Desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad, existe un debate amplio acerca de si las áreas urbanas pueden conservar la vegetación nativa dada su extensión espacial (Volenc and Dobson 2020; Mollashahi et al. 2020). Algunos estudios indican que se requieren grandes áreas para

Tabla 1. Características principales de las cinco áreas urbanas relevadas con remanentes de pastizales. Administración se refiere al organismo responsable de la gestión del área (Municipalidad, Provincia, Nación, otros). Gestión se refiere a las áreas que están gestionadas por guardaparques, tengan o no plan de manejo. Manejo de disturbios a la vegetación indica si se realiza algún tipo de corte al canopeo de manera planificada por la autoridad de aplicación. Participación de la comunidad se refiere a la participación de los vecinos en la promulgación de la protección legal de las áreas y la organización de actividades educativas, recreativas, de observación de flora y fauna y eventos sociales.

Table 1. Main characteristics of the five urban areas surveyed with grassland remnants. Administration refers to the body responsible for the management of the area (Municipality, Province, Nation, others). Management refers to the areas managed by park rangers, whether they have a management plan or not. Vegetation disturbance management indicates whether any type of canopy mowing is carried out in a planned manner by the administration. Community involvement refers to the involvement of neighbours in enacting the legal protection of areas and organizing educational and recreational activities, the observation of flora and fauna, and social events.

	Isla Verde	LaFerrere	Lomas de Zamora	Camino de las flores	San Vicente
Coordenadas (lat-lon)	-34.62821 -58.60883	-34.73358 -58.59343	-34.78443 -58.43173	-34.86581 -58.40775	-35.01583 -58.42674
Marco legal	✓	✗	✓	✓	✓
Administración	Municipal y Ministerio de Defensa	✗	Municipal	Provincial	Municipal
Gestión	✗	✗	✓	✗	✗
Plan de manejo	En proceso	✗	✓	✗	✓
Manejo de disturbios a la vegetación	✗	✗	✗	✗	✗
Participación de la comunidad	✓	✓	✓	✓	✓
Superficie total (ha)	45	66	15	167	215
Superficie con pastizal (ha)	15	63	1	112	20
Otros ambientes	Arroyos, bosque mixto dominado por especies leñosas exóticas invasoras	Arroyo lindante, especies leñosas exóticas invasoras y especies nativas de talar	Bosque mixto dominado por especies exóticas implantadas, especies exóticas invasoras y especies nativas de talar	Arroyo, bosque mixto con especies nativas de talar, especies exóticas invasoras y especies exóticas implantadas	Bosque mixto dominado por especies exóticas invasoras y especies nativas de talar, y matorrales

conservar la flora silvestre (i.e., parches mayores a 50 ha) (Beninde et al. 2015). En cambio, otros estudios sugieren que, incluso con superficies reducidas, se puede mantener una alta diversidad de especies de flora nativa de pastizal (Kendal et al. 2017; Sehr et al. 2020; Mollashahi et al. 2020). Sin embargo, parte de la discusión se basa sobre la homogeneización de la biota. En general, los pastizales más urbanizados presentan un número mayor de especies exóticas invasoras (Zeeman et al. 2017), muchas veces provenientes del arbolado urbano. En este sentido, una problemática para la preservación de la fisonomía del pastizal es el avance de especies leñosas, que cambian la estructura de la vegetación y que resultan muy difíciles de erradicar por los intereses sociales que despiertan (Farrar et al. 2020). En paralelo, en ambientes urbanos se

suelen perder especies nativas raras y poco abundantes; conservarlas resulta valioso para mantener la diversidad local (Dearborn and Kark 2010; Soanes et al. 2023). A su vez, la insularización de los fragmentos de pastizal por el crecimiento urbano sin planificación reduce la conectividad entre las poblaciones de las especies que los habitan (Hejkal et al. 2017; Mollashahi et al. 2020). Por lo tanto, profundizar en el conocimiento de áreas con pastizal urbano podría ofrecer nuevas evidencias para este debate.

¿QUÉ BENEFICIOS ECOLÓGICOS Y SOCIALES TIENE CONSERVAR LOS PASTIZALES URBANOS?

A pesar de que se sigue debatiendo acerca de si áreas urbanas con pastizal conservan o no la

diversidad vegetal nativa (Kendal et al. 2017; Volenec and Dobson 2020), existen evidencias que demuestran el rol de estos ecosistemas en la provisión de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, dentro de los denominados servicios de regulación se observó en Europa que la capacidad para secuestrar carbono de los pastizales urbanos es comparable con los entornos no urbanos encontrados en pastizales naturales o seminaturales (Onandia et al. 2019). Además, en un contexto de expansión urbana, estas áreas verdes contrarrestan el efecto de isla de calor al funcionar como 'zonas de enfriamiento' (Neuenkamp et al. 2021) y mejoran de manera significativa la calidad de vida de las personas que residen en entornos urbanos. Asimismo, los pastizales urbanos proveen refugio a la fauna nativa (e.g., insectos polinizadores y aves) (Buchholz et al. 2020; Dylewsky et al. 2019; Pithon et al. 2021; Rudolph et al. 2017; Kendal et al. 2017). Ahondar en el conocimiento sobre las potencialidades de conservación de la vegetación en los pastizales urbanos de la RMBA puede contribuir a la discusión acerca de la preservación de la flora nativa en estos sistemas y los beneficios ambientales que proveen.

En paralelo, las áreas verdes urbanas están empezando a cobrar relevancia como elementos esenciales para el bienestar social (Dearborn and Kark 2010), en especial en un contexto de aumento poblacional (Organización de las Naciones Unidas s.f.). Los pastizales urbanos tienen un potencial único para ofrecer servicios ecosistémicos culturales, ya que los residentes de grandes ciudades valoran los espacios verdes cercanos para practicar deportes, socializar y estar en contacto con la naturaleza (Perelman et al. 2013). Sin embargo, estos ecosistemas, con su vegetación natural y sin mantenimiento intensivo, no reciben el mismo aprecio que los parques y bosques, y fueron históricamente excluidos de la planificación urbana de muchas ciudades alrededor del mundo (Fisher et al. 2020; Knapp et al. 2021). En la Argentina, estos espacios se perciben como áreas 'descuidadas' debido a la falta de intervención humana, a que carecen de cultivo de especies 'ornamentales' y a la falta de valor estético. De hecho, algunas ordenanzas municipales instan de manera explícita a evitar el crecimiento de vegetación herbácea silvestre en terrenos, considerándolos como potenciales "sitios de depósitos de ramas, corte de pasto y basura en general que contribuyen a poner

en riesgo el medio ambiente y la salud de los vecinos del sector" (Sistema de Boletines Oficiales Municipales 2018; Municipalidad de Monte 2020). Esta percepción ha perpetuado la preferencia por el césped corto, y limita la adopción de mantener la vegetación en su estado natural por cuestiones de seguridad (Ignatieva et al. 2020). Sin embargo, en las últimas décadas surgió una apreciación más positiva de estos ecosistemas (Fischer et al. 2019). Por ejemplo, los pastizales urbanos pueden simbolizar autenticidad y libertad frente al control humano, al representar la resistencia a las normas establecidas y ser un testimonio de la naturaleza en su estado más salvaje (Kirchhoff 2012; Lampinen et al. 2021). Como resultado, han comenzado a surgir algunas iniciativas de conservación y de restauración de pastizales en entornos urbanos (Klaus 2013).

EL CASO DE LOS PASTIZALES URBANOS EN LA RMBA

En la RMBA existen diversas áreas de pastizales, pero pocas de ellas están bajo alguna categoría de conservación. Hasta el momento, no existe suficiente información sobre si albergan especies vegetales representativas del ecosistema original. Si bien estas áreas verdes de pastizal están inmersas en una matriz urbana muy fragmentada, pueden mantener una proporción importante de plantas nativas, valiosas para conservar la biodiversidad urbana. Además, aunque no fue el foco de este trabajo, se conoce que los pastizales urbanos de la RMBA funcionan como refugio de aves, de pequeños mamíferos (Lucero et al. 2011) y de artrópodos como mariposas o polillas (Nuñez Bustos 2008); lo que pone de manifiesto cuán importante es conservarlos.

Para aportar a la discusión, aquí estudiamos la vegetación de cinco áreas verdes: 1) Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar 'Isla Verde' (en El Palomar); 2) Reserva Natural de Laferrere (no legislada) (en G. Laferrere); 3) Reserva Municipal Santa Catalina (en Lomas de Zamora); 4) Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores 'Camino de las Flores' (en Longchamps), y 5) Reserva Natural Laguna de San Vicente (en San Vicente) (Figura 1). Para caracterizar estos pastizales, en las cinco áreas relevamos la vegetación de forma exhaustiva mediante censos (método Daubenmire 1959) en parcelas de 5x5 m (n=4-6 puntos por área), durante toda una estación

de crecimiento (noviembre 2021 a marzo 2022 (ver detalles en Material Suplementario). Encontramos un total de 195 especies; 113 fueron nativas, y dentro de estas, 13 están catalogadas como endémicas (Instituto de Botánica Darwinion s. f.). Solo 38 de las especies registradas no fueron reconocidas hasta el nivel de especie, 11 se identificaron hasta clase, 20, hasta género, y 7, hasta el nivel de familia. También se encontraron 44 especies exóticas, de las cuales 27 son consideradas

invasoras según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021). Esto último advierte la amenaza potencial que pueden enfrentar estos pastizales urbanos ante la ausencia de manejos adecuados.

Estas cinco áreas de pastizal urbano muestran variaciones distintivas en cuanto al número de especies por área, la proporción cubierta por especies exóticas y nativas, y en su composición florística (ver Figura 2),

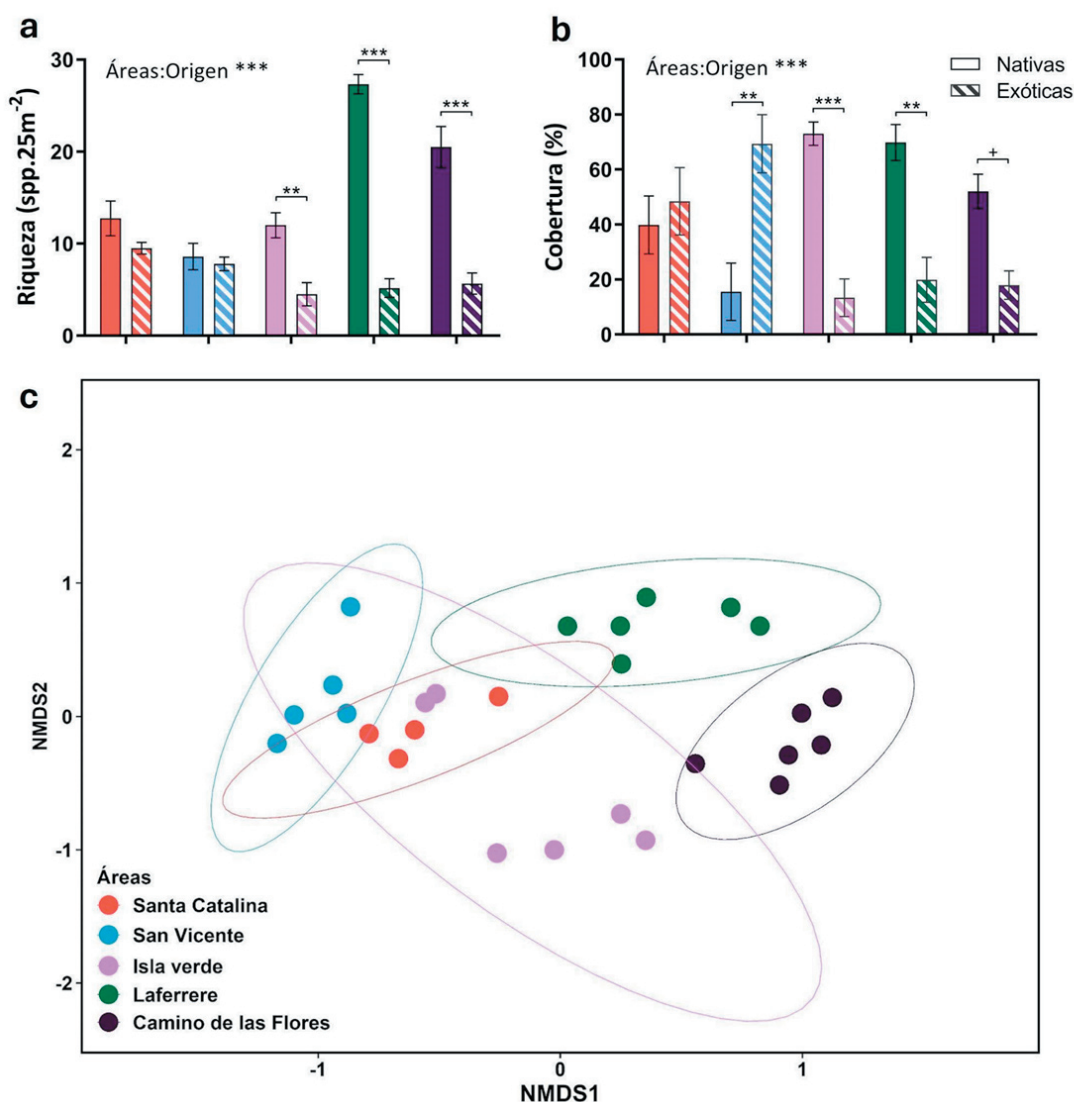


Figura 2. Riqueza (a), cobertura (b) y composición de especies (c) en las cinco áreas verdes relevadas. a y b) Las barras lisas indican las especies nativas; y las rayadas, las exóticas. Los asteriscos indican los casos en los que hay diferencias significativas de la riqueza y cobertura entre especies nativas y exóticas dentro de un área verde (+ $P < 0.1$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$). c) El NMDS muestra las diferencias en la composición de especies. Las elipses indican intervalos de confianza del 95% basados en el error estándar de los centroides de las áreas.

Figure 2. Richness (a), coverage (b) and species composition (c) in the five surveyed green areas. a and b) Solid bars show native species and hatched bars show exotic species. Asterisks denote cases in which there are significant differences in richness and coverage between native and exotic species within a green area (+ $P < 0.1$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$). c) The NMDS analysis illustrates differences in species composition. Ellipses show 95% confidence intervals based on the standard error of the area centroids.

a pesar de tener una fisonomía similar (ver Material Suplementario). En Santa Catalina y San Vicente el 35% del total de especies fueron exóticas, mientras que en Laferrere y Camino de las Flores las especies exóticas fueron el 14% y el 18% del total, respectivamente. Las áreas de pastizal más pequeñas (i.e., Santa Catalina y San Vicente) exhibieron, en promedio, una mayor riqueza y cobertura de especies exóticas que las áreas más grandes (ver Figura 2a y 2b). Si bien en San Vicente la riqueza entre especies exóticas y nativas fue similar, hubo mayor cobertura de las especies exóticas en relación con las nativas (Figura 2a y 2b). Tanto San Vicente como Santa Catalina son las áreas con menor superficie de pastizal (Tabla 1), por lo que podrían experimentar un mayor efecto borde, que aumentaría la probabilidad de recibir especies exóticas de los alrededores (McDonald et al. 2008; Cook et al. 2019). Cabe mencionar que tanto Santa Catalina como San Vicente son áreas protegidas urbanas sin manejo de canopeo que reduzca la biomasa (e.g., pastoreo o cortes) (ver Material Suplementario). Esta falta de disturbios mecánicos podría dar lugar al dominio de especies exóticas invasoras muy competitivas por la luz; en consecuencia, estas podrían desplazar a las especies nativas (Molina et al. 2023). Aunque la expansión de especies exóticas representa un desafío en las áreas urbanas (McDonald et al. 2008; Francis and Chadwick 2015; Padayachee et al. 2017), su presencia es heterogénea entre áreas, lo cual exige implementar estrategias de manejo eficaces para reducirlas. Esta disparidad entre áreas sugiere que factores como las diferencias en el tamaño y la forma del remanente del pastizal, el tipo y la historia de disturbios presentes en cada área y otros elementos del paisaje, podrían estar condicionando la presencia y la abundancia de las especies vegetales presentes. No obstante, debido al número reducido de áreas relevadas, esta evaluación aún se encuentra en una etapa especulativa.

Un aspecto notable de estas áreas verdes de la RMBA es que la composición de especies también difiere entre ellas. Esto se puede observar en la distancia entre los puntos de las distintas áreas de pastizal en el escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS, por sus siglas en inglés) (Figura 2c). La composición de especies de plantas de San Vicente y de Santa Catalina fue más similar entre sí, pero se diferencia notablemente de la vegetación de Laferrere y del Camino de las Flores

(Figura 2c). A su vez, Isla Verde presenta una heterogeneidad interna mayor en su composición específica; incluso, algunos de sus puntos tienen una vegetación similar a la de San Vicente y Santa Catalina (extremo izquierdo). Si bien aquí no se evaluó de manera directa, esta heterogeneidad espacial entre estas áreas podría estar vinculada con su tamaño e historia de uso (Figura 1, Tabla 1, Material Suplementario). Cabe mencionar que si bien existen especies en común entre varias de las áreas, solo una especie nativa (*Paspalum dilatatum*) y dos exóticas (invasoras) (*Cirsium vulgare* y *Cynodon dactylon*) se encontraron en todas las áreas. A su vez, hay especies nativas que se encontraron en una sola área: 19 especies en Laferrere, 13 en Camino de las Flores, 10 en Isla Verde, 9 en Santa Catalina y 5 en San Vicente (Material Suplementario-Tabla S1). Esto sugiere la existencia de heterogeneidad de ambientes de pastizales urbanos a nivel paisaje en estas áreas del RMBA y la importancia local de cada una de ellas. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de investigar más sobre estas áreas para comprender las causas de esta heterogeneidad. Además, es importante considerar el manejo de las áreas de pastizal a nivel de paisaje mediante estrategias de restauración y conservación para disminuir la abundancia de especies exóticas.

CONSERVACIÓN DE PASTIZALES URBANOS: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Ante los desafíos crecientes de la invasión de especies y la fragmentación del hábitat en la RMBA, surge la necesidad de identificar estrategias efectivas para conservar y restaurar los fragmentos de pastizales urbanos. En este contexto, se destacan dos aspectos clave: la conservación de áreas con atributos de pastizales que, a su vez, mantienen una rica diversidad de vegetación nativa, y la gestión adecuada para promover la coexistencia entre especies nativas y exóticas. En las áreas analizadas encontramos tanto una presencia significativa de especies exóticas invasoras como el avance de especies nativas arbustivas y árboles invasores (Material Suplementario-Figura S2). En estos ambientes urbanos, aplicar cortes periódicos a la vegetación podría contribuir a controlar las especies exóticas y favorecer que se establezcan especies nativas (Fisher et al. 2013b; Hallet et al. 2017). Además, sería necesario realizar acciones de

revegetación y resiembra específicas para estos pastizales urbanos, lo que implica seleccionar con cuidado aquellas especies nativas que se podrían establecer mejor en estas condiciones particulares.

La invasión de especies y la fragmentación del hábitat en la RMBA es cada vez mayor (Matteucci and Falcón 2012). Por esta razón, uno de los mayores desafíos es conservar, restaurar y aumentar las superficies que mantengan atributos de pastizales. A pesar de poseer especies exóticas, las áreas aquí relevadas también sostienen una diversidad importante de vegetación herbácea nativa. Si bien no contamos con relevamientos históricos de vegetación en la RMBA, estudios en relictos de pastizal de la Pampa Ondulada encontraron ~40 especies nativas/25 m² (Burkart et al. 2011). En nuestro estudio, las áreas con mayor riqueza, Laferrere y Camino de las Flores, presentan una riqueza similar, con ~30 especies nativas/25 m² representativas del pastizal pampeano. Sin embargo, en otras áreas (como San Vicente) se registraron cerca de 10 especies nativas en la misma superficie. Estos hallazgos resaltan la necesidad de planificar y ordenar el paisaje para promover la conservación en todas las áreas. Una estrategia efectiva podría ser incluir estas zonas en corredores biológicos urbanos que funcionarían como nodos clave para la conservación. Una posible limitante para la conservación en estos nodos sería la dispersión de propágulos de especies nativas entre las diferentes áreas (Mollashahi et al. 2020). Por lo tanto, como parte del manejo de los posibles corredores, sería relevante fomentar la incorporación de especies nativas de pastizal en jardines privados urbanos y plazas y parques públicos, además de aprovechar y manejar las áreas de los bordes de las vías férreas y caminos.

Pastizales urbanos como los aquí evaluados son clave para estudiar y poner en práctica la restauración de pastizales (Klaus 2013). A nivel mundial, la restauración de pastizales ha recibido menor atención con respecto a otros ecosistemas (Overbeck et al. 2013; Buisson et al. 2019), y menos en ambientes urbanos (Klaus 2013; Fisher et al. 2013a). En consecuencia, los pastizales urbanos como los espacios verdes del RMBA aquí estudiados podrían funcionar como casos para estudiar procesos de restauración de pastizales. Un ejemplo de esto es estudiar la frecuencia y los momentos adecuados para los cortes, con el objetivo de mantener la estructura

de la vegetación herbácea y prevenir la dominancia de especies herbáceas exóticas y arbustivas; esto facilita la restauración de estos ecosistemas. Asimismo, se puede investigar si la revegetación con especies nativas herbáceas que poseen características similares a las especies invasoras (como altura y área foliar) podría ser una estrategia efectiva en estos pastizales urbanos para prevenir la invasión de especies exóticas o restaurar sitios ya invadidos (Hess et al. 2019; Funk et al. 2008). Estos estudios pueden abrir nuevas líneas de investigación en ecología urbana y contribuir a desarrollar estrategias de manejo y conservación efectivas que promuevan la recuperación de estos ecosistemas valiosos (Klaus and Kiehl 2021; Knapp et al. 2021).

Mantener estas áreas de pastizal proporciona numerosas oportunidades para aumentar y potenciar actividades de educación y recreación. Esto permite a las comunidades establecer vínculos más estrechos con la naturaleza sin salir de su entorno urbano (Dearborn and Kark 2010; Marshall 2013). Los paisajes con el césped corto suelen tener una connotación positiva entre el público general, en contraste con la visión menos favorecida que a menudo se asocia con pastizales altos (Fisher et al. 2020). Esto vuelve fundamental fomentar las visitas y la educación ambiental en estas áreas con el fin de promover su conservación, valoración y una mayor participación de la población local en actividades de restauración. Estas actividades son esenciales para la participación ciudadana y actúan como catalizadoras para que comunidades y organizaciones socioambientales comprometidas difundan la importancia de los pastizales urbanos. Esto provoca un enfoque de conservación desde abajo o "bottom up" (Pereira 2021). Además de funcionar como herramientas clave para la educación ambiental, los pastizales urbanos también pueden desempeñar un papel fundamental al involucrar a los tomadores de decisiones en la conservación ambiental (Dearborn and Kark 2010).

REFLEXIONES FINALES

Los pastizales son un recurso valioso dentro de los entornos urbanos, ya que brindan múltiples beneficios, desde conservar la biodiversidad hasta ser espacios para actividades educativas y recreativas como turismo de naturaleza. Conservar y gestionar sosteniblemente los pastizales urbanos

requiere un enfoque integral que involucre la colaboración de diferentes actores, como autoridades municipales, organizaciones ambientales, la comunidad científica y la ciudadanía. Asimismo, este enfoque requiere implementar medidas adecuadas de manejo de la vegetación, control de especies invasoras y monitoreo, así como también la promoción de prácticas de uso responsable de estos espacios por parte de la población. A pesar de que existe un compromiso genuino por conservar las cinco áreas presentadas en este trabajo, una gran proporción de la población aún tiene una apreciación negativa hacia los pastizales urbanos. Por lo tanto, es necesario fomentar un cambio de paradigma en cuanto a la valoración social de estos sistemas. Además, resulta esencial establecer políticas y regulaciones efectivas que aseguren la

protección a largo plazo de estos ecosistemas urbanos y su integración en la planificación y ordenamiento territorial urbano.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos especialmente a las organizaciones de la sociedad civil que nos recibieron y acompañaron para el relevamiento en Isla Verde, Laferrere y Camino de las Flores y a los guardaparques de San Vicente y Santa Catalina. A Pedro Tognetti por ayudarnos a pensar los relevamientos y los análisis estadísticos. A Gabriel Rúa por su asesoramiento en la identificación de especies. Los fondos para llevar a cabo los relevamientos fueron provistos por subsidios otorgados por Neotropical Grassland Conservancy (2021) y la Universidad Provincial de Ezeiza CyT (2023) a Cecilia Molina y Sofía Campana.

REFERENCIAS

- Beninde, J., M. Veith, and A. Hochkirch. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18(6):581-592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>.
- Bertonatti, C. 2021. Una reserva natural para cada ciudad. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. ISBN 978-987-3781-65-0.
- Buchholz, S., A. K. Gathof, A. J. Grossmann, I. Kowarik, and L. K. Fischer. 2020. Wild bees in urban grasslands: Urbanisation, functional diversity and species traits. *Landscape and Urban Planning* 196:103731. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103731>.
- Buisson, E., S. Le Stradic, F. A. O. Silveira, G. Durigan, G. E. Overbeck, A. Fidelis, G. W. Fernandes, W. J. Bond, J. M. Hermann, G. Mahy, S. T. Alvarado, N. P. Zaloumis, and J. W. Veldman. 2019. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biol Rev* 94:590-609. <https://doi.org/10.1111/brev.12470>.
- Burkart, S., E. León, R. J. Conde, M. C., and S. B. Perelman. 2011. Plant species diversity in remnant grasslands on arable soils in the cropping Pampa. *Plant Ecology* 212:1009-1024. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9881-z>.
- Carbutt, C., W. D. Henwood, and L. A. Gilfedder. 2017. Global plight of native temperate grasslands: going, going, gone? *Biodiversity and Conservation* 26:2911-2932. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1398-5>.
- Caruso, S. A. 2022. Las áreas protegidas del Aglomerado Gran Buenos Aires: derivas entre políticas públicas y conflictos ambientales. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía* 32:127. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.32-127>.
- Cook, C. N., R. S. Valkan, and M. A. McGeoch. 2019. Beyond total area protected: A new set of metrics to measure progress in building a robust protected area estate. *Global Environmental Change* 58:101963. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101963>.
- Daubenmire, R. 1959. A canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northwest Science* 33:43-64.
- Dearborn, D. C., and S. Kark. 2010. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology* 24(2):432-440. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01328.x>.
- Dixon, A. P., D. Faber-Langendoen, C. Josse, J. Morrison, and C. J. Loucks. 2014. Distribution mapping of world grassland types. *Journal of Biogeography* 41(11):2003-2019. <https://doi.org/10.1111/jbi.12381>.
- Dylewski, Ł., Ł. Maćkowiak, and W. Banaszak-Cibicka. 2019. Are all urban green spaces a favorable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology* 44(5):678-689. <https://doi.org/10.1111/een.12744>.
- Escobar Basavilbaso, M. 2022. ¿Giro ecoterritorial en Gregorio de Laferrere? Vecinos autoconvocados por la lucha de la reserva urbana. *Sociales y Virtuales* 9(9). URL: tinyurl.com/4attx5rb.
- Farrar, A., D. Kendal, K. J. Williams, and B. J. Zeeman. 2020. Social and ecological dimensions of urban conservation grasslands and their management through prescribed burning and woody vegetation removal. *Sustainability* 12(8):3461. <https://doi.org/10.3390/su12083461>.
- Filibek, G., P. Petrella, and P. Cornelini. 2016. All ecosystems look messy, but some more so than others: A case-study on the management and acceptance of Mediterranean urban grasslands. *Urban Forestry and Urban Greening* 15:32-39. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.005>.
- Fischer, L. K., L. Neuenkamp, J. Lampinen, M. Tuomi, J. G. Alday, A. Bucharova, and V. H. Klaus. 2020. Public attitudes toward biodiversity-friendly greenspace management in Europe. *Conservation Letters* 13:e12718. <https://doi.org/10.1111/conl.12718>.
- Fischer, L. K., M. von der Lippe, and I. Kowarik. 2013b. Urban land use types contribute to grassland conservation: The example of Berlin. *Urban Forestry and Urban Greening* 12(3):263-272. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.009>.

- Fischer, L. K., M. von der Lippe, M. C. Rillig, and I. Kowarik. 2013a. Creating novel urban grasslands by reintroducing native species in wasteland vegetation. *Biological Conservation* 159:119-126. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.11.028>.
- Francis, R. A., and M. A. Chadwick. 2015. Urban invasions: non-native and invasive species in cities. *Geography* 100(3): 144-151. <https://doi.org/10.1080/00167487.2015.12093969>.
- Funk, J. L., E. E. Cleland, K. N. Suding, and E. S. Zavaleta. 2008. Restoration through reassembly: plant traits and invasion resistance. *Trends in Ecology and Evolution* 23(12):695-703. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.013>.
- Hallett L. M., D. E. Chapple, N. Bickart, A. Cherbowsky, L. Fernández, C. H. Ho, M. Alexander, K. Schwab, and K. N. Suding. 2017. Trait Complementarity Enhances Native Plant Restoration in an Invaded Urban Landscape 35(2): 148-155. <https://doi.org/10.3368/er.35.2.148>.
- Hejkal, J., Buttschardt, T. K., and V. H. Klaus. 2017. Connectivity of public urban grasslands: implications for grassland conservation and restoration in cities. *Urban Ecosystems* 20:511-519. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0611-8>.
- Henwood, W. D. 2010. Toward a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. *Great Plains Research* 20(1):121-134. URL: jstor.org/stable/23782179.
- Hess, M. C., F. Mesléard, and E. Buisson. 2019. Priority effects: Emerging principles for invasive plant species management. *Ecological Engineering* 127:48-57. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.11.011>.
- Ignatieva, M., D. Haase, D. Dushkova, and A. Haase. 2020. Lawns in cities: from a globalised urban green space phenomenon to sustainable nature-based solutions. *Land* 9(3):73. <https://doi.org/10.3390/land9030073>.
- Instituto de Botánica Darwinion. s.f. Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur. URL: darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm.
- Kendal, D., B. J. Zeeman, K. Ikin, I. D. Lunt, M. J. McDonnell, A. Farrar, L. M. Pearce, and J. W. Morgan. 2017. The importance of small urban reserves for plant conservation, *Biological Conservation* 213(A):146-153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.07.007>.
- Kirchhoff, T. 2012. Urban grasslands: between nostalgia, control of nature, and wildness. *Local Land and Soil* 42/43(2): 19-21. URL: tinyurl.com/npwcbz64.
- Klaus, V. H. 2013. Urban grassland restoration: a neglected opportunity for biodiversity conservation. *Restoration Ecology* 21(6):665-669. <https://doi.org/10.1111/rec.12051>.
- Klaus, V. H., and K. Kiehl. 2021. A conceptual framework for urban ecological restoration and rehabilitation. *Basic and Applied Ecology* 52:82-94. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2021.02.010>.
- Knapp, S., M. F. J. Aronson, E. Carpenter, A. Herrera-Montes, K. Jung, D. J. Kotze, F. A. La Sorte, et al. 2021. A Research Agenda for Urban Biodiversity in the Global Extinction Crisis. *BioScience* 71(3):268-279. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa141>.
- Lampinen J., M. Tuomi, L. K. Fischer, L. Neuenkamp, J. G. Alday, A. Bucharova, L. Cancellieri, et al. 2021. Acceptance of near-natural greenspace management relates to ecological and socio-cultural assigned values among European urbanites. *Basic and Applied Ecology* 50:119-131. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2020.10.006>.
- Lucero, R. F., F. L. Agnolín, S. O. Lucero, and M. D. C. Molina. 2011. Fauna de la Reserva Micológica "Dr. Carlos Spegazzini", partido de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina. *Historia Natural (tercera serie)* 1(1):65-94.
- Marshall, A. 2013. Start with the grasslands: Design guidelines to support native grasslands in urban areas. URL: apo.org.au/node/186346.
- Matteucci, S. D., and M. Falcón. 2012. Efectos de la urbanización sobre la biodiversidad. *Fundación de Historia Natural Félix de Azara*. Pp. 272-291. URL: ri.conicet.gov.ar/handle/11336/160506.
- McCarthy, M. A., C. J. Thompson, and N. S. Williams. 2006. Logic for designing nature reserves for multiple species. *The American Naturalist* 167(5):717-727. <https://doi.org/10.1086/503058>.
- McDonald, R. I., P. Kareiva, and R. T. Forman. 2008. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation* 141(6):1695-1703. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.025>.
- Mejía, M. A., and J. D. Amaya-Espinel (eds.). 2022. *BiodiverCities by 2030: Transforming cities with biodiversity*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. URL: tinyurl.com/4t7fhcfd.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021. *Especies exóticas invasoras*. Argentina: argentina.gob.ar. URL: tinyurl.com/5cdu6rw7.
- Molina, C. D., P. M. Tognetti, and P. Graff. 2023. Restoration of invaded temperate grasslands: species phenology adds to microsite and seed availability. *Applied Vegetation Science* 26(3). <https://doi.org/10.1111/avsc.12742>.
- Mollashahi, H., M. Szymura, and T. H. Szymura. 2020. Connectivity assessment and prioritization of urban grasslands as a helpful tool for effective management of urban ecosystem services. *PloS ONE* 15(12):e0244452. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244452>.
- Municipio de Monte. 2020. Ordenanza N° 4308/2020. Normativa para el Mantenimiento y Limpieza de Inmuebles baldíos y/o Edificados. URL: tinyurl.com/34svetke.
- Nanni, A. S., M. Piquer Rodríguez, D. Rodríguez, M. Nuñez Regueiro, M. E. Periago, S. Aguiar, et al. 2020. Presiones sobre la conservación asociadas al uso de la tierra en las ecorregiones terrestres de la Argentina. *Ecología Austral* 30(2):304-320. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.1056>.
- Neuenkamp, L., L. K. Fischer, R. Schröder, and V. H. Klaus. 2021. Urban ecosystems: potentials, challenges, and solutions. *Basic and Applied Ecology* 56:281-288. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2021.08.010>.

- Núñez Bustos, E. 2008. Las especies urbanas de Rhopalocera de la Reserva Ecológica Costanera Sur, Ciudad de Buenos Aires, Argentina (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología* 36(144):435-447.
- Onandia, G., C. Schittko, M. Ryo, M. Bernard-Verdier, T. Heger, J. Joshi, I. Kowarik, and A. Gessler. 2019. Ecosystem functioning in urban grasslands: The role of biodiversity, plant invasions and urbanization. *PloS ONE* 14(11):e0225438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225438>.
- Organización de Naciones Unidas. s.f. Población: Una población en crecimiento. URL: tinyurl.com/mmfzzm8d.
- Padayachee, A. L., U. M. Irlich, K. T. Faulkner, M. Gaertner, Ş. Procheş, J. R. Wilson, and M. Rouget. 2017. How do invasive species travel to and through urban environments? *Biological Invasions* 19:3557-3570. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1596-9>.
- Pereira, P. D. 2021. Áreas protegidas urbanas: tensiones y desafíos de la conservación en la Cuenca Matanza-Riachuelo (Argentina). *Medio Ambiente y Urbanización* 94(1):165-206. URL: hdl.handle.net/11336/157060.
- Perelman, P., J. Breuste, N. Madanes, C. Gropper, E. Melignani, and A. Faggi. 2013. Use of visitors' perception in urban reserves in the Buenos Aires metropolis. *Urban Ecosystems* 16:841-851. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0279-7>.
- Petermann, J. S., and O. Y. Buzhdygan. 2021. Grassland biodiversity. *Current Biology* 31(19):R1195-R1201. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.060>.
- Pithon, J. A., R. Duflot, V. Beaujouan, M. Jagaille, G. Pain, and H. Daniel. 2021. Grasslands provide diverse opportunities for bird species along an urban-rural gradient. *Urban Ecosystems* 24(6):1281-1294. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01114-6>.
- Proyecto MapBiomias Argentina. s.f. Colección 1 de los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo en Argentina. URL: plataforma.argentina.mapbiomas.org.
- Rudolph, M., F. Velbert, S. Schwenzfeier, T. Kleinebecker, and V. H. Klaus. 2017. Patterns and potentials of plant species richness in high- and low-maintenance urban grasslands. *Applied Vegetation Science* 20(1):18-27. <https://doi.org/10.1111/avsc.12267>.
- Schmidt, M. A. 2016. Expansión de la frontera urbana y áreas de protección ambiental en la región metropolitana de Buenos Aires, Argentina. *Papeles de Coyuntura* 42:138-161. URL: papelesdecoyuntura.com.
- Sehr, M., O. Bossdorf, M. Freitag, and A. Bucharova. 2020. Less is more! Rapid increase in plant species richness after reduced mowing in urban grasslands. *Basic and Applied Ecology* 42:47-53. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2019.10.008>.
- Sistema de Boletines Oficiales Municipales. 2018. Ordenanza N°48/18. Sistema de Boletín Oficial Municipal, Buenos Aires Provincia. URL: sibom.slyt.gba.gob.ar/bulletins/1720/contents/1278217.
- Soanes, K., L. Taylor, C. E. Ramalho, C. Maller, K. Parris, J. Bush, L. Mata, N. S. G. Williams, and C. G. Threlfall. 2023. Conserving urban biodiversity: Current practice, barriers, and enablers. *Conservation Letters* 16(3):e12946. <https://doi.org/10.1111/conl.12946>.
- Volenec, Z. M., and A. P. Dobson. 2020. Conservation value of small reserves. *Conservation Biology* 34(1):66-79. <https://doi.org/10.1111/cobi.13308>.
- White, R. P., S. Murray, M. Rohweder, S. D. Prince, and K. M. Thompson. 2000. Grassland Ecosystems. Pp. 81. World Resources Institute. Washington, DC, USA. URL: portals.iucn.org/library/node/24538.
- Williams, N. S., J. W. Morgan, M. A. McCarthy, and M. J. McDonnell. 2006. Local extinction of grassland plants: the landscape matrix is more important than patch attributes. *Ecology* 87(12):3000-3006. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[3000:LEOGPT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[3000:LEOGPT]2.0.CO;2).
- Zeeman, B. J., M. J. McDonnell, D. Kendal, and J. W. Morgan. 2017. Biotic homogenization in an increasingly urbanized temperate grassland ecosystem. *Journal of Vegetation Science* 28(3):550-561. <https://doi.org/10.1111/jvs.12507>.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

DESCRIPCIÓN DE LOS REMANENTES DE PASTIZALES ESTUDIADOS

1- **Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar (Palomar):** más conocida por los vecinos como “Isla verde” fue declarada recientemente (2022) como área protegida mediante un convenio entre el Municipio de Morón y el Ministerio de Defensa de la Nación, luego de muchos años de organización y trabajo de la comunidad local. Tiene una superficie total de 113 ha de las cuales aproximadamente el 13% (15 ha) corresponde a pastizal. Parte de la superficie de pastizal está dominada por cortaderales (*Cortaderia selloana*) y chilcales (especies del género *Baccharis*). Forman parte de esta reserva dos arroyos, Céspedes y Corvalán, que resultan importantes para la biodiversidad local debido a que son las últimas porciones de los afluentes del arroyo Morón que permanecen sin entubar. Al momento no cuentan con plan de manejo aprobado por lo que no se lleva a cabo un manejo de la vegetación. Sin embargo, la organización vecinal “Isla Verde” tiene registros de varios disturbios no intencionales en la vegetación: en diferentes momentos del año se han observado incendios e incluso en algunos sectores del pastizal previo a la sanción de la reserva, se realizaban cortes del césped.

2- **Reserva Natural Laferrere:** esta área tiene una superficie total de 66 ha y se caracteriza por tener una superficie casi completa de pastizales, que cubren unas 63 ha. El área limita al este con el arroyo Susana, donde aumenta la presencia de especies leñosas nativas plantadas por la comunidad local y también de algunas especies leñosas exóticas invasoras. Esta área no cuenta con reglamentación ni marco legal hasta el momento. Son los vecinos autoconvocados e integrantes de la comunidad local quienes le han asignado el nombre de “Reserva” y llevan la gestión del espacio. No existe un manejo del pastizal, sin embargo, desde hace varios años que en el área se han registrado varios incendios (Reserva Natural de Laferrere 2023)

3- **Reserva Municipal Santa Catalina (Lomas de Zamora):** esta reserva está constituida legalmente desde 1996 por ordenanza municipal. El área de pastizal ocupa aproximadamente 1 ha de las 15 ha totales. La vegetación se encuentra distribuida en dos estratos: uno dominado por arbustos nativos del género *Baccharis* y otro con vegetación herbácea, dominado por gramíneas. En otros ambientes dentro de la reserva predominan bosques mixtos compuestos por especies nativas y exóticas. Los guardaparques y el personal de la reserva son quienes se encargan del mantenimiento, conservación y restauración del pastizal. Alrededor del año 2020 se han interrumpido los cortes en el área del pastizal de la reserva (comunicación personal de la reserva). Dentro del plan de manejo vigente no se cuenta, hasta el momento, con un manejo particular de disturbios al canopeo o control de especies exóticas invasoras (Fundación Azara, 2019).

4- **Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores (Almirante Brown):** esta área, con reciente designación legal por parte de la Provincia de Buenos Aires como “Paisaje Protegido”, representa un gran mosaico de pastizales inmerso en una matriz urbana lindera a uno de los parques industriales más grandes del AMBA. Presenta superficie total de 160 ha, 110 ha de las cuales corresponden a pastizal. La comunidad local de los barrios populares cercanos es quien llevan a cabo la visibilización del espacio y las actividades. Esta área no posee hasta el momento plan de manejo. No se lleva a cabo ningún tipo de control de especies exóticas. A lo largo del tiempo y en particular durante los años de sequía, han ocurrido incendios no controlados (Reserva Camino de las Flores, 2020).

5- **Reserva Municipal San Vicente (San Vicente):** la superficie de esta área protegida urbana es de alrededor de 215 ha, de las cuales 20 ha corresponden a pastizal. El ambiente predominante es la laguna que da el nombre al área protegida, circundada por otros ambientes como bosques mixtos, matorrales y pastizales. El área representativa del pastizal, si bien se encuentra excluida al ganado, experimenta episodios esporádicos de ingreso de animales (comunicación personal con personal de la reserva).

METODOLOGÍA

Sitios de estudio

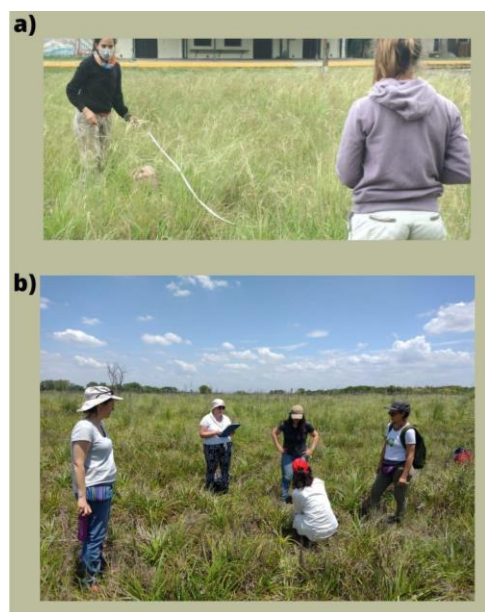
Estudiamos cinco áreas verdes localizadas en la Región Metropolitana de Buenos Aires (provincia de Buenos Aires, Argentina): 1) Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar “Isla Verde”, El Palomar; 2) Reserva Natural de Laferrere (no legislada), G. Laferrere; 3) Reserva Municipal Santa Catalina, Lomas de Zamora; 4) Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, Longchamps; 5) Reserva Natural Laguna de San Vicente, San Vicente (Figura 1). Realizamos los relevamientos de la vegetación entre la primavera del 2021 y fines del verano del 2022. Las precipitaciones acumuladas durante los 12 meses previos a los relevamientos (desde abril de 2021 hasta marzo de 2022) fueron de 724 mm, un 34% menos que el promedio histórico para la zona (1100 mm; Centro de Información Agroclimática y Ambiental, s.f.).

Relevamiento de la vegetación

En primer lugar, analizamos cada área mediante fotointerpretación utilizando Google Earth (earth.google.com/web). De esta manera identificamos los diferentes ambientes presentes en cada una de las áreas que luego reconocimos in situ. Luego, elegimos entre 4 y 6 puntos al azar en los ambientes de pastizal previamente identificados para cada una de las cinco áreas verdes. Llevamos a cabo los relevamientos en dos fechas para cada una de las áreas, en primavera de 2021 y el verano de 2022, con el fin de representar la vegetación en sus momentos de máximo crecimiento descritos para la región (Perelman et al. 2001). En cada punto establecimos una parcela de 5×5 m y contabilizamos visualmente la cobertura de cada especie vegetal mediante el método Daubenmire (1959), el cual estima el porcentaje de superficie ocupado por cada especie con un margen del 5% (Figura S1). Para obtener una medida representativa de la composición de la vegetación durante la estación de crecimiento, estimamos por especie el promedio ponderado entre la primavera y el verano para cada parcela. Calculamos la riqueza de especies como el número total de especies distintas presentes en la superficie relevada (5×5 m). Asimismo, clasificamos a las especies en nativas o exóticas según su origen y si eran endémicas según lo propuesto por el Instituto de Botánica Darwinion (s. f.).

Figura S1. a) Construcción de una parcela de 5×5 m en uno de los puntos en la Reserva Municipal Santa Catalina. b) Relevamiento vegetal en la Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar en colaboración con los vecinos autoconvocados (asociación civil “Isla Verde”).

Figure S1. a) Assembly of a 5×5 m plot at one of the points in the Santa Catalina Municipal Reserve. b) Vegetation survey in the Urban Defense Reserve of El Palomar in collaboration with the self-organized neighbors (civil association "Isla Verde").



Análisis estadísticos

Para evaluar el efecto de las áreas y el origen sobre la riqueza y cobertura de especies realizamos Modelos de Efectos Mixtos (función *lme* del paquete de R 'nlme'; Pinheiro et al., 2020, Zuur et al., 2009). Los factores fijos de los modelos fueron las áreas y el origen (nativo/exótico) de las especies y el factor aleatorio fue cada punto relevado. Modelamos las varianzas de los factores fijos (función *varIdent* del paquete 'nlme'; Pinheiro et al., 2020) y seleccionamos el modelo con menor criterio de información Akaike (AIC). Con el fin de evaluar las diferencias en la composición de especies entre áreas realizamos un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS por sus siglas en inglés) a partir de medidas de similitud de Bray-Curtis (función *metaMDS* del paquete 'vegan'; Oksanen et al., 2015). Realizamos todos los análisis con el software estadístico R (R CoreTeam, 2023).

DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS Y RESULTADOS

Figura S2. a) Invasión de Fresno (*Fraxinus pennsylvanica*) en Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar. b) Invasión de Acacia Negra (*Gleditsia triacanthos*) en Reserva Natural de San Vicente. c) Avance de la cobertura leñosa sobre el pastizal de la Reserva Municipal Santa Catalina.

Figure S2. a) Invasion of ash (*Fraxinus pennsylvanica*) in the Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar. b) Invasion of Honey Locust (*Gleditsia triacanthos*) in Reserva Natural de San Vicente. (c) Advance of the woody cover on the grassland of the Reserva Municipal Santa Catalina.

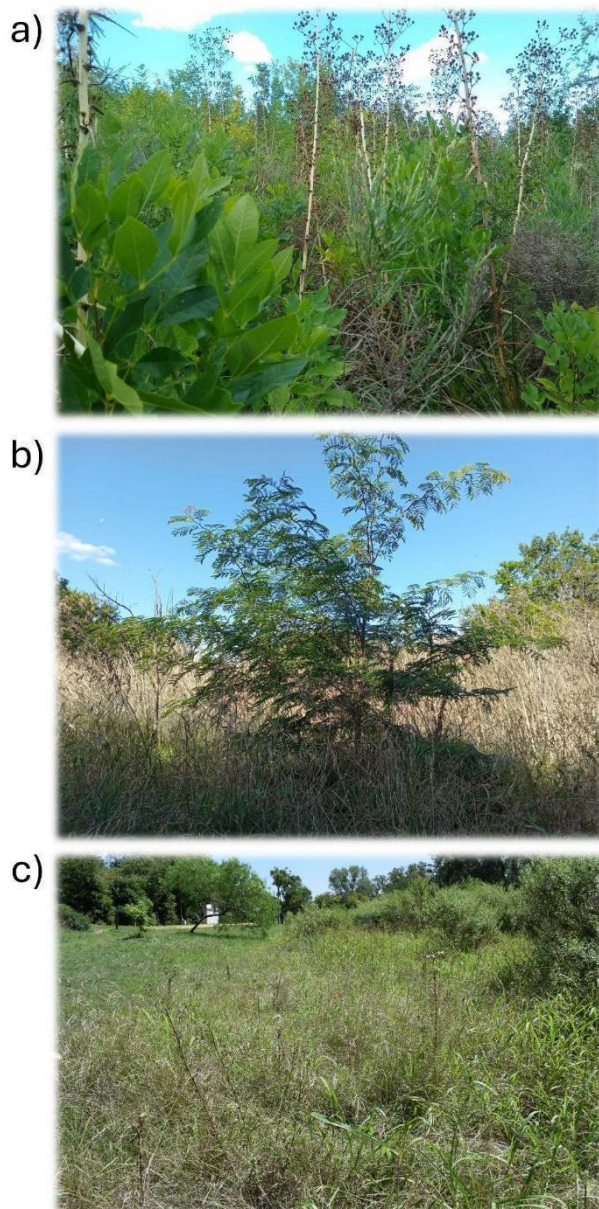


Tabla S1. Promedio de especies nativas relevadas en cada área. Reserva Municipal Santa Catalina (SC), Reserva Natural Laguna de San Vicente (SV), Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar “Isla Verde” (IV), Reserva Natural de Laferrere (no legislada) (LA), Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, “Camino de las Flores” (CF). Valores en color rosa indican aquellas especies que sólo se encuentran en una de las áreas.

Table S1. Average of native species surveyed in each area. Reserva Municipal Santa Catalina (SC), Reserva Natural Laguna de San Vicente (SV), Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar “Isla Verde” (IV), Reserva Natural de Laferrere (no legislada) (LA), Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, “Camino de las Flores” (CF). Pink values indicate those species that are only found in one area.

Especies nativas	SC	SV	IV	LA	CF
<i>Acmella decumbens</i> var. <i>decumbens</i>	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000
<i>Agalinis communis</i>	0.000	0.000	0.001	0.076	0.008
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	0.085	2.621	0.000	0.000	0.000
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	0.001	0.000	0.000	0.266	0.008
<i>Araujia sericifera</i>	0.000	0.088	0.000	0.000	0.000
<i>Aristida murina</i>	0.000	0.000	0.000	0.080	0.000
<i>Aristida spegazzinii</i>	0.000	0.000	0.464	0.000	0.000
<i>Asclepias mellodora</i>	0.000	0.000	0.000	0.288	0.001
<i>Austroeupatorium inulifolium</i>	0.271	0.000	0.000	0.737	0.000
<i>Baccharis articulata</i>	0.845	0.000	3.915	1.338	0.000
<i>Baccharis glutinosa</i>	0.000	1.999	0.000	3.207	0.000
<i>Baccharis notoserghila</i>	0.000	0.000	7.211	6.137	4.886
<i>Baccharis salicifolia</i>	2.537	0.000	0.814	0.427	0.000
<i>Baccharis</i> sp.	0.635	0.000	0.000	0.000	0.550
<i>Baccharis spicata</i>	0.000	0.000	0.000	4.106	4.002
<i>Baccharis trimera</i>	0.000	0.000	0.976	0.006	0.003
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0.000	0.217	0.000	0.000	0.000
<i>Borreria verticillata</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
<i>Bothriochloa laguroides</i>	11.152	0.000	13.480	1.476	0.891
<i>Bouteloua megapotamica</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<i>Bromus brachyanthera</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028
<i>Bromus catharticus</i>	0.547	0.798	0.129	0.000	0.000
<i>Carex bonariensis</i>	0.000	0.011	0.000	0.371	0.000
<i>Carex phalaroides</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.003
<i>Cayaponia bonariensis</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
<i>Chascolytrum subaristatum</i>	1.269	0.000	0.278	4.762	1.478
<i>Chromolaena hirsuta</i>	0.000	0.000	0.001	0.016	0.000
<i>Cinnagrostis viridiflavescens</i>	0.000	0.000	0.008	1.655	0.004
<i>Commelina erecta</i>	1.088	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Conyza bonariensis</i>	0.389	0.000	0.006	0.007	0.001
<i>Cortaderia selloana</i>	0.000	0.000	2.710	0.170	0.001
<i>Cuphea glutinosa</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<i>Cypella herbertii</i>	0.000	0.000	0.000	0.182	0.000
<i>Cyperus aggregatus</i>	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Cyperus eragrostis</i>	0.000	0.096	0.000	0.000	0.000
<i>Cyperus reflexus</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<i>Danthonia montevidensis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	1.319

<i>Daucus pusillus</i>	0.000	0.106	0.000	0.000	0.241
<i>Dichondra repens</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<i>Dichondra</i> sp.	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000
<i>Distichlis spicata</i>	0.000	4.089	0.000	0.000	0.000
<i>Eragrostis airoides</i>	0.000	0.000	0.000	9.556	0.000
<i>Eragrostis mexicana</i>	0.000	0.000	0.008	0.000	3.966
<i>Eryngium eburneum</i>	0.000	0.000	0.000	0.625	13.394
<i>Eryngium ebracteatum</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250
<i>Eryngium elegans</i>	0.000	0.000	0.000	3.826	0.000
<i>Eryngium horridum</i>	0.000	0.000	3.868	0.000	0.000
<i>Eryngium</i> sp.	7.187	0.000	18.708	4.916	0.000
<i>Gamochaeta americana</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
<i>Glyceria multiflora</i>	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000
<i>Grindelia pulchella</i>	0.000	0.000	0.000	0.138	0.000
<i>Heliotropium amplexicaule</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
<i>Herbertia lahue</i>	0.000	0.000	0.000	0.406	0.009
<i>Jarava plumosa</i>	0.000	0.000	3.857	0.267	0.222
<i>Juncus imbricatus</i>	0.000	0.311	0.000	0.007	0.009
<i>Lantana camara</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<i>Leersia hexandra</i>	0.000	1.249	0.000	0.000	0.000
<i>Lepidium bonariense</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
<i>Lessingianthus rubricaulis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	1.458
<i>Melica brasiliana</i>	0.000	0.000	0.000	0.529	0.021
<i>Mnesithea selloana</i>	0.000	0.000	0.000	3.188	0.000
<i>Nassella charruana</i>	0.000	0.000	0.000	0.364	4.498
<i>Nassella hyalina</i>	3.811	0.090	0.613	0.000	1.043
<i>Nassella neesiana</i>	8.925	0.000	2.601	2.231	0.000
<i>Nassella philippi</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<i>Nothoscordum gracile</i> var. <i>gracile</i>	0.229	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Oenothera affinis</i>	0.000	0.000	0.163	0.000	0.000
<i>Oxyptalum solanoides</i>	0.000	0.001	0.008	0.210	0.004
<i>Pamphalea bupleurifolia</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<i>Panicum bergii</i>	0.090	0.000	0.001	0.000	0.246
<i>Panicum gouinii</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
<i>Paspalidium</i> sp.	0.000	0.009	0.000	0.000	1.411
<i>Paspalum dilatatum</i>	0.001	0.099	4.722	0.021	1.283
<i>Paspalum notatum</i>	0.000	0.000	0.000	0.182	0.000
<i>Paspalum vaginatum</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	2.488
<i>Phyla nodiflora</i> var. <i>minor</i>	0.211	0.000	0.000	0.315	0.000
<i>Physalis viscosa</i>	0.000	0.096	1.236	0.217	0.000
<i>Piptochaetium</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.083	1.174
<i>Piptochaetium bicolor</i>	0.000	0.000	0.152	0.093	0.000
<i>Piptochaetium brachyspermum</i>	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000
<i>Piptochaetium medium</i>	0.000	0.000	0.000	3.609	2.246
<i>Piptochaetium stipoides</i>	0.000	0.000	0.000	3.712	0.000
<i>Pluchea sagittalis</i>	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
<i>Poa bonariensis</i>	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
<i>Podocoma hirsuta</i>	0.000	0.000	0.001	0.007	0.000
<i>Polypogon elongatus</i> var. <i>elongatus</i>	0.000	0.110	0.000	0.000	0.000

<i>Pterocaulon virgatum</i>	0.000	0.000	1.070	0.186	0.006
<i>Salpichroa origanifolia</i>	0.255	0.001	0.000	0.071	0.000
<i>Schizachyrium condensatum</i>	0.000	0.000	5.594	0.000	0.000
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	1.158
<i>Schizachyrium spicatum</i>	0.000	0.000	0.000	3.247	0.000
<i>Senecio pterophorus</i>	0.008	0.000	0.000	0.250	0.000
<i>Senecio pulcher</i>	0.000	0.000	0.000	0.080	0.000
<i>Setaria parviflora</i>	0.000	0.001	0.000	0.522	1.123
<i>Setaria vaginata</i>	0.000	0.000	0.000	0.156	0.000
<i>Sida rhombifolia</i>	0.000	0.000	0.391	1.957	0.008
<i>Sisyrinchium platense</i>	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000
<i>Solanum glaucophyllum</i>	0.000	0.739	0.000	0.000	0.000
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	0.000	0.000	0.000	0.156	0.001
<i>Solidago chilensis</i>	0.000	2.008	0.001	1.021	0.079
<i>Spergula grandis</i>	0.000	0.000	0.000	0.177	0.000
<i>Sphaeralcea bonariensis</i>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Sporobolus indicus</i>	0.000	0.000	0.000	0.372	2.137
<i>Steinchisma hians</i>	0.000	0.000	0.000	0.450	0.004
<i>Symphyotrichum squamatum</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014
<i>Tragia geraniifolia</i>	0.283	0.000	0.000	0.683	0.000
<i>Triodanis perfoliata</i> var. <i>biflora</i>	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Verbena bonariensis</i>	0.002	0.000	0.013	0.007	0.000
<i>Verbena gracilescens</i>	0.000	0.316	0.000	0.000	0.015
<i>Verbena montevidensis</i>	0.000	0.000	0.000	0.182	0.263
<i>Verbena</i> sp. 1	0.000	0.010	0.008	0.079	0.063
<i>Zephyranthes bifida</i>	0.000	0.000	0.000	0.348	0.000
Especies únicas	5	9	10	19	13

Tabla S2. Promedio de especies exóticas relevadas en cada área. Reserva Municipal Santa Catalina (SC), Reserva Natural Laguna de San Vicente (SV), Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar “Isla Verde” (IV), Reserva Natural de Laferrere (no legislada) (LA), Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, “Camino de las Flores” (CF). Valores en color violeta indican aquellas especies que sólo se encuentran en una de las áreas.

Table 2. Average of exotic species surveyed in each area. Reserva Municipal Santa Catalina (SC), Reserva Natural Laguna de San Vicente (SV), Reserva Urbana de la Defensa de El Palomar “Isla Verde” (IV), Reserva Natural de Laferrere (no legislada) (LA), Paisaje Protegido de Interés Provincial Camino de las Flores, “Camino de las Flores” (CF). Violet values indicate those species that are only found in one area.

Especies exóticas	LZ	SV	PA	LA	LO
<i>Acer negundo</i>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<i>Acer rubrum</i>	0.000	0.000	0.065	0.000	0.000
<i>Asparagus officinalis</i>	0.000	0.000	0.000	1.717	0.000
<i>Avena sativa</i>	0.459	0.000	0.000	0.131	0.000
<i>Bellis perennis</i>	0.000	0.000	0.065	0.167	0.000
<i>Briza minor</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.196
<i>Bromus hordeaceus</i>	2.595	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Cardo sp. 1</i>	0.000	1.697	0.062	0.000	0.000
<i>Cardo sp. 2</i>	0.000	0.217	0.000	0.000	0.000
<i>Carduus acanthoides</i>	2.085	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Carex divulsa</i>	7.356	2.384	0.062	0.000	0.000
<i>Centaurium pulchellum</i>	0.000	0.000	0.168	0.000	0.008
<i>Cichorium intybus</i>	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000
<i>Cirsium vulgare</i>	2.011	0.761	2.772	0.766	0.006
<i>Conium maculatum</i>	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
<i>Cynara cardunculus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	10.114
<i>Cynodon dactylon</i>	16.862	28.403	3.970	6.506	4.766
<i>Cyperus esculentus</i>	0.000	0.000	0.000	0.937	0.001
<i>Daucus carota</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
<i>Dipsacus fullonum</i>	2.064	0.995	1.303	0.756	0.000
<i>Festuca arundinacea</i>	0.000	20.376	0.214	0.907	0.000
<i>Fraxinus americana</i>	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000
<i>Galega officinalis</i>	0.000	6.090	0.000	0.000	0.001
<i>Galium aparine</i>	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Geranium dissectum</i>	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Gleditsia triacanthos</i>	0.000	0.345	0.000	0.000	0.000
<i>Helminthotheca echinoides</i>	0.008	0.000	0.000	0.000	0.001
<i>Lachnagrostis filiformis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Leontodon saxatilis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	1.127
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.158
<i>Lolium multiflorum</i>	2.745	6.390	0.458	0.000	0.001
<i>Lotus tenuis</i>	0.000	1.488	0.315	2.823	1.337
<i>Medicago lupulina</i>	0.113	0.000	3.529	4.388	0.000
<i>Melilotus albus</i>	0.000	0.000	0.218	0.000	0.000
<i>Mentha pulegium</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<i>Morus nigra</i>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Plantago lanceolata</i>	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001

<i>Poa annua</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Polygonum lapathifolium</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250
<i>Setaria viridis</i>	0.000	0.000	0.000	0.668	0.001
<i>Sonchus sp.</i>	6.023	0.000	0.158	0.000	0.000
<i>Sorghum halepense</i>	6.114	0.000	0.000	0.007	0.000
<i>Taraxacum sp</i>	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
<i>Trifolium pratense</i>	0.000	0.239	0.000	0.000	0.006
<i>Trifolium repens</i>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Urtica dioica</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Vicia sativa</i>	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000
Especies únicas	6	4	4	3	7

REFERENCIAS

Centro de Información Agroclimática y Ambiental (s. f.). <https://ciag.agro.uba.ar/index>

Daubenmire, R. (1959). A canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northwest Science*, 33, 43–64

Instituto de Botánica Darwinion (s. f.). Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur. <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>.

Fundación Azara (2019). Plan de Gestión de la Reserva Natural Municipal Santa Catalina. Disponible en: <https://www.fundacionazara.org.ar/img/otras-publicaciones/plan-de-manejo-santacatalina.pdf>

Oksanen, J., F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H Stevens, and H. Wagner. (2015). Package 'vegan': Community ecology package. <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>.

Perelman, S. B., León, R. J. C., & Oesterheld, M. (2001). Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology*, 89(4), 562–577. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00579.x>

Pinheiro, J., D. Bates, S. DebRoy, D. Sarkar, EISPACK authors, Heisterkamp, S., Van Willigen, B., Ranke, J., R-core. (2020). Package 'nlme.' <https://svn.r-project.org/R-packages/trunk/nlme/>

R Core Team. (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Reserva Camino de las Flores [@reservanatural.lasflores]. (22 de agosto de 2020). FUEGO EN EL PULMON VERDE DE ALMIRANTE BROWN. [Fotografía]. Instagram. https://www.instagram.com/p/CEMS_QzBCtN/?hl=es&img_index=1

Reserva Natural de Laferrere [@reservanatural.delaferrere] (21 de enero de 2023). INCENDIOS EN LA RESERVA. [Fotografía]. https://www.instagram.com/p/Cnrf7q1r77a/?hl=es&img_index=1

Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009). Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6>