



CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA GEODIVERSIDAD EN AMBIENTES SERRANOS DE SIERRA DE LOS PADRES Y SIERRA LA BRAVA, EN EL EXTREMO SUDESTE DEL SISTEMA DE TANDILIA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF VEGETATION AND ITS RELATIONSHIP WITH GEODIVERSITY IN RANGELAND ENVIRONMENTS LOCATED AT LOS PADRES AND LA BRAVA HILLS OF THE SOUTHEASTERN TANDILIA SYSTEM (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

Carolina P. Wraage^{1,2*}, Gonzalo D. Sottile^{1,2}, Mariana Fernández Honaine^{1,3}, Pablo E. Meretta⁴ & Carolina Vásquez Pérez²

SUMMARY

1. Grupo de Biología y Ecodiversidad Vegetal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, UNMdP-CONICET). Mar del Plata, Argentina

2. Grupo de Paleoecología y Palinología, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, UNMdP-CONICET). Mar del Plata, Argentina

3. Grupo de Geoecología de Suelos y Ambientes Sedimentarios, Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario "Dr. Enrique J. Schnack" (IGCyC, UNMdP-CIC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, UNMdP-CONICET). Mar del Plata, Argentina

4. Estación Costera Nágera, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Mar del Plata, Argentina

*carolinapiawraage@gmail.com

Citar este artículo

WRAAGE, C. P., G. D. SOTTILE, M. FERNÁNDEZ HONAINÉ, P. E. MERETTA & C. VÁSQUEZ PÉREZ. 2025. Contribución al estudio de la vegetación y su relación con la geodiversidad en ambientes serranos de Sierra de los Padres y Sierra La Brava, en el extremo sudeste del Sistema de Tandilia (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 60: 49-72.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v60.n1.46339>

Recibido: 2 Sep 2024

Aceptado: 13 Feb 2025

Publicado en línea: 31 Mar 2025

Publicado impreso: 31 Mar 2025

Editora: Karina L. Speziale

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

Background and aims: The Tandilia rangelands represent sites of high bio and geodiversity, however, plant communities are threatened by invasion of exotic species. This study aims to characterize and compare the floristic composition and richness of the different geoforms on northeastern and southwestern slopes in two hills in the districts of General Pueyrredon and Balcarce, with different degrees of invasion of *Acacia melanoxylon*.

M&M: A stratified sampling by geoform was carried out, on both slopes, in a hill with low (in Balcarce) and high (in General Pueyrredon) percentage of invasion of *A. melanoxylon*, where richness and coverage of vascular plants was measured. A phytosociological analysis, a correspondence analysis and a comparison of richness by geoform and slope were carried out.

Results: We identified 187 species whom 80,75 % were native to Pampa ecoregion. Poaceae and Asteraceae were the more diverse recorded families. Floristic composition partially vary with different geoform and *A. melanoxylon* invasión. The Upland, Slopes and Colluvial deposits present the richest communities. No differences were observed between northeast and southwest slopes.

Conclusions: The floristic characterization and richness patterns reported, provide valuable information on the influence of geomorphological variability and the presence of invasive species in the two mountain ranges of southeastern Tandilia for consideration in the conservation of the mountain biota.

KEY WORDS

Conservation, diversity, floristic composition, invasion, Tandilia.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Las sierras de Tandilia son altamente bio y geodiversas, sin embargo, la vegetación se encuentra amenazada por la invasión de especies exóticas como *Acacia melanoxylon* R. Br. En este trabajo se caracterizó y comparó la composición florística y la riqueza de las distintas geoformas en laderas noreste y sudoeste en dos sierras de General Pueyrredon y Balcarce, con distinto grado de invasión de *A. melanoxylon*.

M&M: Se realizó un muestreo estratificado por geoforma, en ambas laderas, en una sierra con bajo (en Balcarce) y alto (en General Pueyrredon) porcentaje de invasión de *A. melanoxylon*, donde se midió riqueza y cobertura de las plantas vasculares. Se realizó un análisis fitosociológico, de correspondencia y una comparación de la riqueza por geoforma y ladera.

Resultados: Se identificaron 187 especies, 80,75 % nativas de la Ecorregión Pampa, predominando las familias Poaceae y Asteraceae. La composición florística presentó parcial correspondencia con diferentes geoformas del perfil serrano e invasión por *A. melanoxylon*, siendo Cumbre, Vertiente rocosa y Depósitos coluviales las más ricas. No se observaron diferencias entre laderas noreste y sudoeste.

Conclusiones: La caracterización florística y patrones de riqueza reportados, brindan información valiosa sobre la influencia de la variabilidad geomorfológica y presencia de especies invasoras en las dos sierras del sudeste de Tandilia para su consideración en la conservación de la biota serrana.

PALABRAS CLAVE

Composición florística, conservación, diversidad, invasión, Tandilia.

INTRODUCCIÓN

La geodiversidad, definida como la variedad de elementos geológicos, geomorfológicos y edáficos en un paisaje, juega un papel fundamental en la estructuración de la biodiversidad (Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015). Los distintos tipos de sustrato, las variaciones en la topografía y la disponibilidad de agua generan una diversidad de microhábitats que pueden favorecer la coexistencia de especies vegetales con distintos requerimientos ecológicos (Brazier *et al.*, 2012; Tukiainen *et al.*, 2022). El sistema serrano de Tandilia, ubicado en la provincia de Buenos Aires, Argentina, presenta esta relación entre geodiversidad y biodiversidad. La presencia de roquedales, fisuras, depresiones, cuerpos de agua, terrazas fluviales y aleros manifiestan la geodiversidad que poseen las sierras (Frangi, 1975; Martínez, 2011a; Brazier *et al.*, 2012; Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015, 2022; Tukiainen *et al.*, 2022; Sottile *et al.*, 2024). Esta heterogeneidad espacial se encuentra directamente relacionada con la biodiversidad de las sierras de Tandilia dado que representa numerosos ambientes propicios para el establecimiento de especies nativas y endémicas, siendo un *hot-spot* de diversidad de flora nativa dentro de la Ecorregión Pampa (Frangi, 1975; Crisci *et al.*, 2001; Alonso *et al.*, 2009a; Brazier *et al.*, 2012; Gray, 2013; Kristensen *et al.*, 2014; Isacch *et al.*, 2016; Echeverría *et al.*, 2017; De Rito *et al.*, 2020; Hjort *et al.*, 2015, 2022; Tukiainen *et al.*, 2022). Además, dichas sierras son consideradas “islas orográficas” y una estación intermedia de rutas migratorias para la flora andino-pampeana (Frenguelli, 1950; de la Sota, 1967, 1972, 1973, 1985; Crisci *et al.*, 2001; de la Sota *et al.*, 2004). Por lo tanto, conservar la geodiversidad no solo protege los elementos físicos del paisaje, sino que también preserva la biodiversidad, al garantizar la estabilidad de los ecosistemas (Brazier *et al.*, 2012; Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015, 2022; Tukiainen *et al.*, 2022).

A su vez, las sierras de Tandilia poseen valor cultural y arqueológico, dado que, desde hace aproximadamente 10.000 años hasta la llegada de los españoles al continente, eran habitadas por comunidades cazadoras-recolectoras, de las cuales se han recuperado numerosos artefactos líticos de diversos tipos y pinturas rupestres en

distintos refugios serranos (Martínez, 2011a; Morello *et al.*, 2012; Mazzanti & Quintana, 2014). Asimismo, estos ambientes brindan numerosos servicios ecosistémicos de abastecimiento, apoyo y regulación al área que los circunda (Viglizzo *et al.*, 2005; Núñez & Sánchez, 2007; Barral & Maceira, 2012; De Rito *et al.*, 2020).

A pesar de la importancia de estos ambientes, el extremo sudeste del sistema de Tandilia, al igual que en gran parte del sistema serrano, se ha modificado desde muy temprano por su cercanía a centros urbanos y por distintas actividades productivas como minería, ganadería y agricultura, las cuales se realizan incluso en las cumbres dada la baja altitud y accesibilidad de estas sierras, además de la invasión de especies exóticas (Teruggi & Kilmurray, 1980; Naveh *et al.*, 2001; Viglizzo *et al.*, 2005; Medan *et al.*, 2011; Martínez, 2011b; Brazier *et al.*, 2012; Morello *et al.*, 2012; Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015, 2022; De Rito *et al.*, 2020; Tukiainen *et al.*, 2022). Dichas modificaciones ponen en peligro tanto los sistemas naturales como las especies que dependen de ellos, por lo que es de sumo interés reconocer sitios relativamente poco intervenidos y estudiar la composición de estos relictos de comunidades vegetales nativas serranas para contribuir a su posterior conservación.

Estudiar la dinámica de las comunidades vegetales incluye conocer los patrones de diversidad de las especies presentes, los cuales se encuentran determinados por las condiciones ambientales. El microrelieve propio de las sierras, evidenciado por la presencia de distintas geoformas, genera una alta geodiversidad. Esta implica por ejemplo, variaciones en el régimen de luz, humedad, exposición solar y a los vientos, o desarrollo de suelos más o menos profundos, lo cual generaría condiciones favorables o desfavorables para diferentes especies (Frangi, 1975; Sottile *et al.*, 2011; Brazier *et al.*, 2012; Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015, 2022; Tukiainen *et al.*, 2022). Además, el sistema serrano de Tandilia, al poseer una ubicación noroeste-sudeste, determina que las laderas se ubiquen sobre dos vertientes predominantes con posibles condiciones mesoclimáticas diferenciadas: noreste y sudoeste (Martínez, 2011a). La ladera noreste posee una pendiente más abrupta y una mayor radiación solar, a comparación de la ladera sudoeste, lo cual podría generar diferencias en las

comunidades vegetales establecidas (Martínez, 2011a). Esto ya se ha observado en el sistema de Ventania (Frangi & Bottino, 1995; Kristensen & Frangi, 1995a, b, 1996, 2015). Por lo tanto, resulta interesante conocer qué aspectos de la geodiversidad (*e.g.*, orientación, geoformas) influyen en la distribución de las comunidades vegetales en las sierras de Tandilia Oriental.

Por otro lado, la presencia de especies exóticas invasoras modifica la dinámica de las comunidades vegetales trayendo como consecuencia la alteración y la homogeneización de los ecosistemas, compitiendo con las especies nativas y, en muchas ocasiones, desplazándolas (Lorenzo & Rodríguez-Echeverría, 2015; Arán *et al.*, 2017). Una de las especies arbóreas exóticas más cultivadas y encontradas en Tandilia es *Acacia melanoxylon* R. Br. (Fabaceae, originaria de Australia), la cual es considerada invasora y “transformadora de ecosistemas” (Le Maitre *et al.*, 2011; Richardson & Rejmánek, 2011; Lorenzo & Rodríguez-Echeverría, 2015; Arán *et al.*, 2017; Vignolio *et al.*, 2021). Además, dada la alta producción de hojarasca y las características del leño, sumado a las crecientes temperaturas debido al cambio climático, favorecen y aumentan la incidencia de incendios en las zonas donde se desarrollan (Sottile *et al.*, 2011; Arán *et al.*, 2017; Souza-Alonso *et al.*, 2017). Esto trae como consecuencia una afectación de la flora nativa, sumado a que el fuego estimula la germinación de *A. melanoxylon*, favoreciendo aún más su diseminación (Sottile *et al.*, 2011; Arán *et al.*, 2017). A pesar del papel crucial que juegan las sierras en la Ecorregión Pampa, las iniciativas que permiten actualizar la información sobre el estado de conservación son parciales, más aún los estudios que incluyan el efecto provocado por la presencia de especies exóticas, por lo tanto es importante conocer las consecuencias que generan las especies como *A. melanoxylon* en la vegetación nativa serrana (p. ej.: Frangi, 1975; Alonso *et al.*, 2009a; Sottile *et al.*, 2011; Morello *et al.*, 2012; Echeverría *et al.*, 2017; Sabatino *et al.*, 2017; De Rito *et al.*, 2020; Vignolio *et al.*, 2021; Echeverría *et al.*, 2023).

Además, la vegetación nativa de las sierras de Tandilia no cuenta con estudios fitosociológicos que analicen detalladamente la relación de las comunidades vegetales con la variedad de

condiciones que surgen de la heterogeneidad ambiental propia del ámbito serrano, como sí posee el sistema serrano de Ventania (Frangi & Bottino, 1995; Kristensen & Frangi, 2015). Conocer los patrones florísticos contemporáneos contribuirá como insumo para posibles planes de manejo futuros que permitan conservar la biodiversidad y la geodiversidad asociada de uno de los sitios más significativos de la Ecorregión Pampa (Brazier *et al.*, 2012; Morello *et al.*, 2012; Gray, 2013; Hjort *et al.*, 2015, 2022; De Rito *et al.*, 2020; Tukiainen *et al.*, 2022). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar y comparar la composición florística y la riqueza de las distintas geoformas en laderas noreste y sudoeste en dos sierras de los partidos de General Pueyrredon y Balcarce, con distinto grado de invasión de *Acacia melanoxylon*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sistema Serrano de Tandilia, ubicado en dirección noroeste-sudeste al sudeste de la provincia de Buenos Aires, abarca desde la ciudad de Olavarría a la de Mar del Plata, con una extensión de aproximadamente 300 km de longitud y 60 km de ancho. Posee elevaciones de hasta 524 m de altura siendo las sierras más antiguas del país (Teruggi & Kilmurray, 1980). Tandilia se encuentra compuesto por un basamento cristalino de rocas metamórficas de origen Precámbrico, un depósito Paleozoico de rocas ortocuarcíticas (Formación Balcarce) y un depósito del tipo loess de origen Cuaternario (Teruggi & Kilmurray, 1980; Martínez, 2011a). Tandilia Oriental, entre Balcarce y Mar del Plata, posee alturas menores a 300 m s.n.m., donde aflora principalmente el depósito de rocas ortocuarcíticas denominado Formación Balcarce (Martínez, 2011a).

Las serranías de Tandilia entre Balcarce y Mar del Plata presentan una geología y geomorfología común y en ellas pueden distinguirse las siguientes geoformas que presentan características pedológicas, pendiente, exposición solar y porcentaje de roca expuesta particulares: Cumbre, Vertiente rocosa, Depósitos coluviales y Base (Tomas *et al.*,

2005; Martínez 2011a). Las cumbres de las sierras son chatas, en forma de mesa y son el producto del fallamiento y erosión de los mantos subhorizontales de ortocuarcitas de la Formación Balcarce (Paleozoico inferior). El porcentaje de roca expuesta es alto, al igual que la exposición solar y/o los vientos. Estas cumbres planas generalmente están cubiertas por depósitos loésicos del Pleistoceno Tardío-Holoceno, los cuales han dado origen a suelos de poca profundidad (Hapludoles líticos). Al pie de las cumbres planas, las sierras terminan generalmente en rupturas abruptas de pendiente dando lugar a frentes rocosos (geoforma Vertiente rocosa). Las pendientes de las Vertientes rocosas generalmente varían entre verticales y 25°. Estos sectores de roca desnuda pasan pendiente abajo gradualmente a acumulaciones de detritos (geoforma Depósitos coluviales), los cuales presentan diferentes procesos de remoción en masa. Estos depósitos forman un manto más o menos continuo de detritos que se extienden unos 500 a 1000 m del pie de las sierras. Están formados por una mezcla heterogénea que va de bloques de algunos metros cúbicos hasta arcilla. Presentan distintos tipos de procesos de remoción en masa como solifluxión, deslizamientos, flujos y reptación. La base de las sierras pertenece a la Franja eólica periserrana o Lomas interserranas, y está constituida por depósitos loésicos que dan origen a suelos profundos y fértiles (Argiudoles) (Tomas *et al.*, 2005; Martínez, 2011a). Este sector de Base se encuentra limitado inmediatamente por áreas agrícolas, por lo cual la extensión de vegetación espontánea sobre la Franja eólica periserrana es reducida.

El presente estudio se realizó en dos sierras del sudeste bonaerense pertenecientes al sistema serrano de Tandilia: Sierra La Brava en el partido de Balcarce y Sierra de Los Padres en el partido de General Pueyrredon (Fig. 1). Estas áreas fueron consideradas debido a que poseen una historia de manejo conocida que incluye una explotación ganadera extensiva con una baja densidad de animales, predominando la vegetación típica del Complejo de Sierras Bonaerenses (Morello *et al.*, 2012) y además ambas sierras presentan poblaciones de *Acacia melanoxylon* invadiendo en diferente grado

sobre la misma geoforma (Vertiente rocosa). Mientras que Sierra La Brava posee una baja cobertura de *A. melanoxylon* (5,12 %, basado en imágenes satelitales del año 2021 disponibles en Google Earth), Sierra de Los Padres presenta una alta cobertura de la misma (51,52 %, basado en imágenes satelitales del año 2021 disponibles en Google Earth).

Muestreos florísticos

La caracterización de la vegetación de las sierras se realizó mediante un muestreo estratificado por geoformas y laderas de un total de 80 cuadrículas durante el mes de diciembre del 2021. En cada geoforma se realizaron 5 cuadrículas en cada ladera (noreste y sudoeste), resultando para cada sierra 5 cuadrículas en Cumbre, 10 en Vertiente rocosa, 10 en Depósitos coluviales y 10 en Base. En el caso particular de Sierra de los Padres, donde la cobertura de *A. melanoxylon* es alta, se agregaron 5 cuadrículas más en la Vertiente rocosa invadida por *A. melanoxylon* en ambas laderas (Figs. 1-2). En cada geoforma de cada ladera se realizaron cuadrículas, donde se estableció el área mínima (*sensu* Matteucci & Colma, 1982). El área mínima obtenida para Base, Depósitos coluviales y Vertiente rocosa fue de 5 m x 5 m, mientras que para la Cumbre plana fue de 2 m x 2 m. En cada cuadrícula se calculó la riqueza de especies de plantas vasculares y la abundancia de las mismas, ésta última expresada como porcentaje de cobertura (%) (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Las especies se determinaron en el campo y/o en el laboratorio bajo lupa estereoscópica y consultando bibliografía especializada (Cabrera, 1970; Cabrera & Zardini, 1978; Anton & Zuloaga, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017; Sabatino *et al.*, 2017). Los ejemplares colectados fueron herborizados y depositados en el Herbario MDQ (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET; Departamento de Biología-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata). La nomenclatura botánica siguió las actualizaciones nomenclaturales disponibles en Flora Argentina (Zuloaga *et al.*, 2023) para las especies de la flora nativa y Tropicos (<http://>

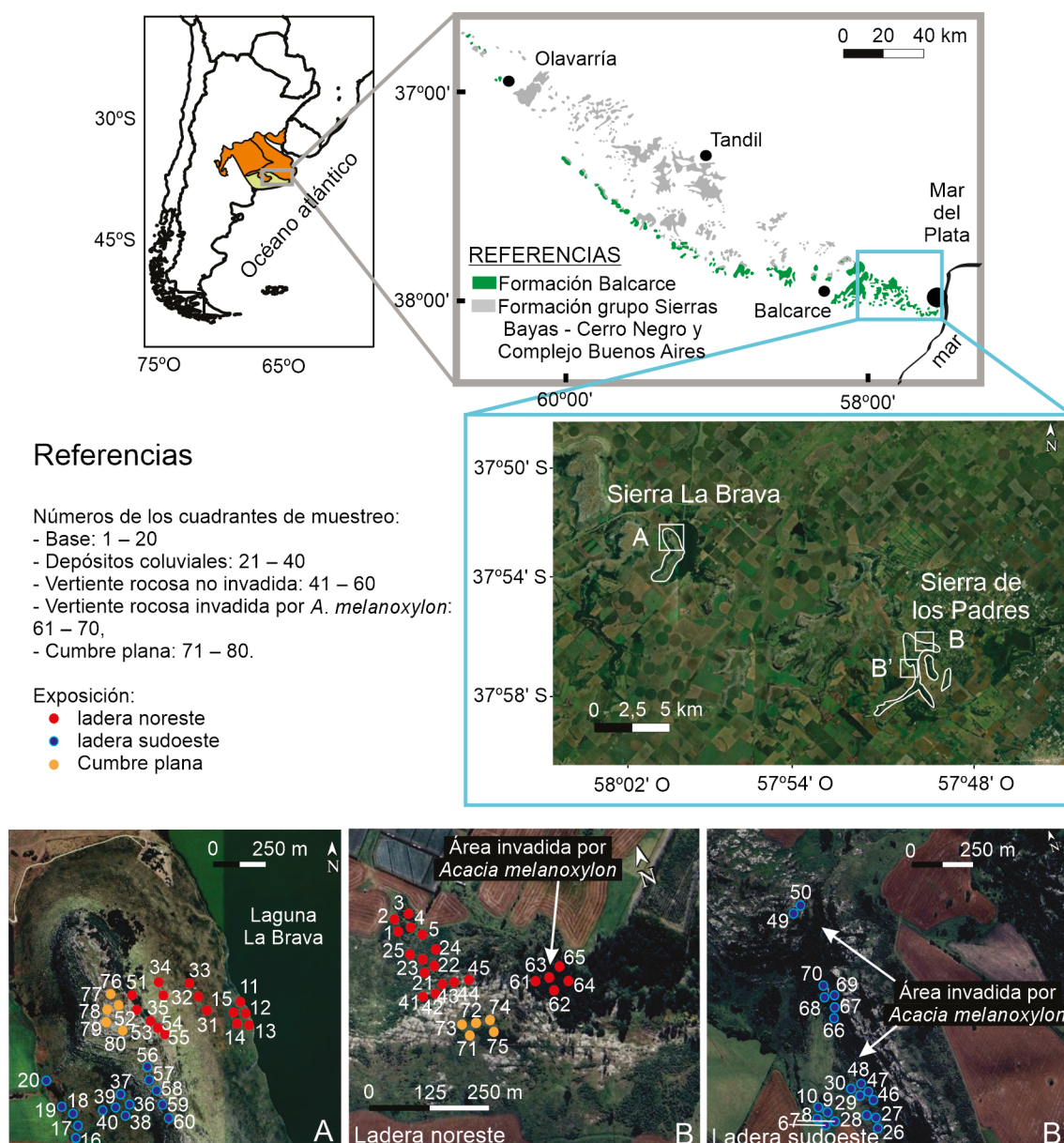


Fig. 1. Mapa de Argentina con la delimitación de la Ecorregión Pampa y la subregión Pampa Austral (modificado de Morello *et al.*, 2012). Detalle del Sistema serrano de Tandilia destacando la formación Balcarce (modificado de Martínez, 2011b) así como el detalle del sudeste de Tandilia que se amplía en imagen satelital con localización de las sierras estudiadas en este trabajo: **A:** Sierra La Brava. **B:** Sierra de los Padres. Todas las imágenes satelitales fueron tomadas de Google Earth Pro (Google LLC, 2024).

www.tropicos.org, 2025) para las especies exóticas. Las especies relevadas fueron clasificadas como nativas o exóticas (como sinónimo de adventicia *sensu* Scaramuzzino, 2022) para la Ecorregión Pampa, de acuerdo

a lo mencionado en Cabrera & Zardini (1978) y tomos de Flora de provincia de Buenos Aires del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA] (Cabrera, 1970; Anton & Zuloaga, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017).

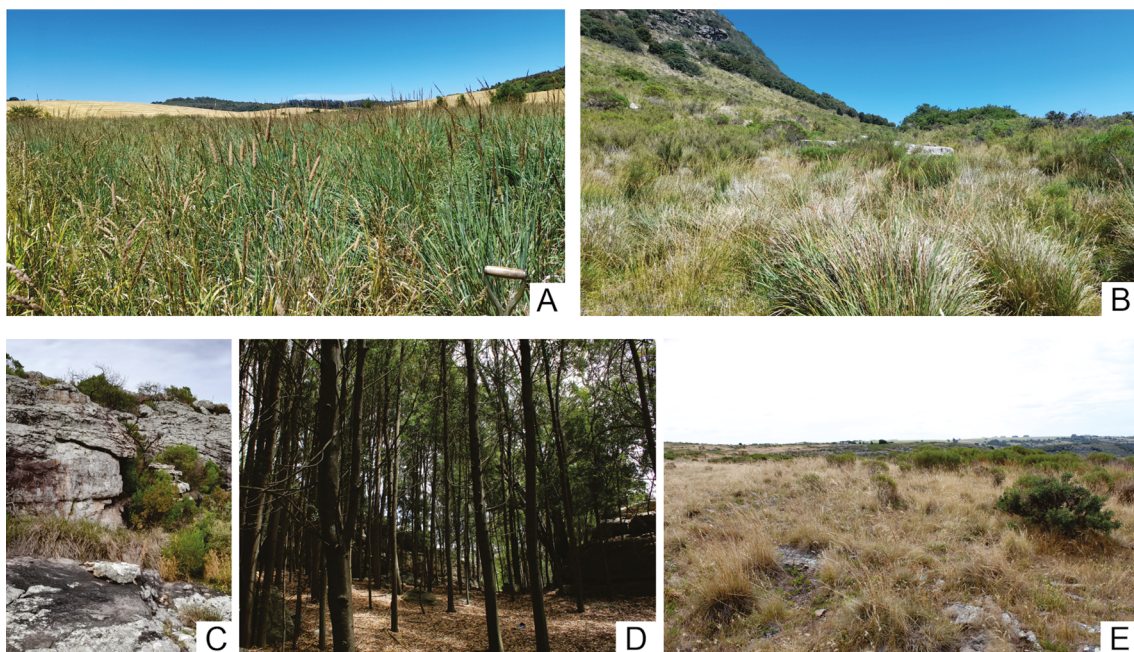


Fig. 2. Imágenes que ilustran las diferentes geoformas y distintas situaciones consideradas en el muestreo. **A:** Base (ladera sudoeste, Sierra de los Padres). **B:** Depósitos coluviales (ladera noreste, Sierra La Brava). **C:** Vertiente rocosa no invadida (ladera noreste, Sierra de los Padres). **D:** Vertiente rocosa invadida por *Acacia melanoxylon* (ladera noreste, Sierra de los Padres). **E:** Cumbre plana (Sierra de los Padres).

Análisis estadísticos

Los valores de riqueza florística se modelaron mediante Modelos Lineales Generalizados (GLM, las siglas en inglés), donde se evaluó la relación entre los valores de riqueza y la geoforma, y los valores de riqueza con respecto a la orientación de ladera dentro de la misma geoforma (Fig. 3; Tablas 1-4). Para evaluar diferencias en los valores de riqueza específica de las comunidades entre geoformas, se utilizó la técnica de los Mínimos cuadrados generalizados (GLS, las siglas en inglés), debido a que los datos presentaban heterogeneidad de varianzas (Zuur *et al.*, 2009).

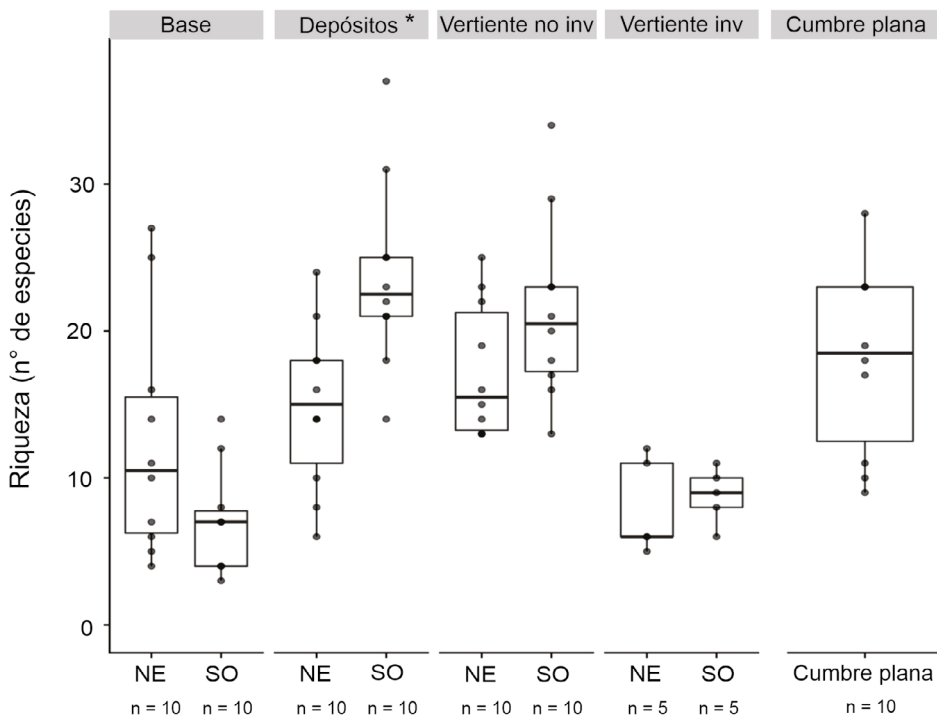
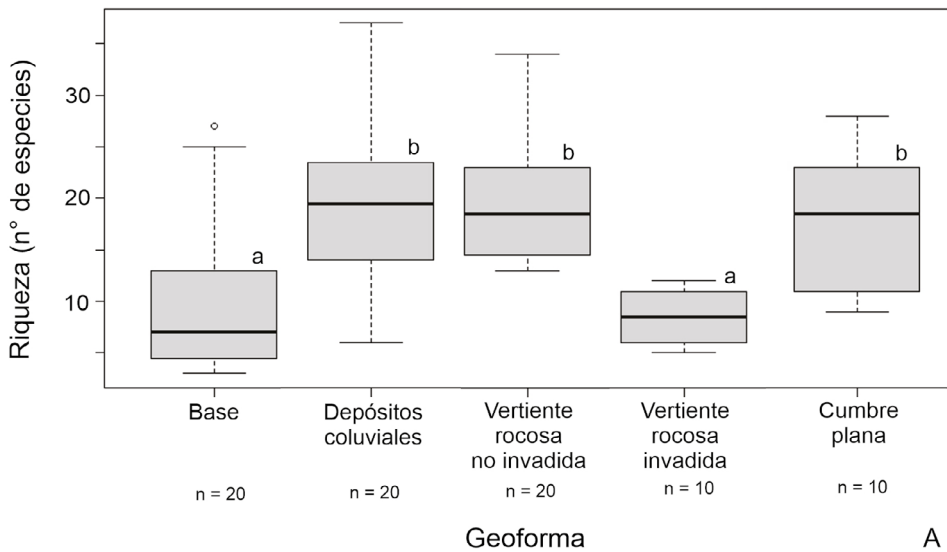
El estudio de la composición de especies vegetales vasculares se realizó en primera instancia mediante un análisis de ordenamiento. Se utilizó un Análisis de Correspondencia Destendenciado sobre la matriz de porcentaje de cobertura de especies vegetales para determinar el largo de gradiente del conjunto de datos. La matriz de datos correspondiente presentó un gradiente de 5,359 desvíos estándar, por lo cual

se realizó un análisis de correspondencia (Fig. 4).

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa de libre acceso R (R Core Team, 2022). Los análisis de riqueza se realizaron mediante el paquete *vegan*; y el análisis de correspondencia a través de *FactoMineR* y *factoextra* (Lê *et al.*, 2008; Kassambara & Mundt, 2017; Oksanen *et al.*, 2022). El análisis de la devianza para cada modelo, la obtención de los valores *p* y las comparaciones *post hoc* se realizaron con la biblioteca *car* (Fox & Weisberg, 2019) y *emmeans* (Lenth, 2019).

Análisis fitosociológico

Posteriormente se realizó una tabla fitosociológica utilizando el método de Braun-Blanquet (1979). Además, se tomó como criterio añadir a la tabla diferenciada y sintética las especies que presentaron cobertura menor a 5 % en los cuadrantes pero que su presencia se encontrara en más de una comunidad. La tabla sintética (Tabla 5) se construyó a partir de las tablas bruta (Anexo I, Tabla 1), parcial (Anexo I, Tabla 2) y diferenciada (Anexo I, Tabla 3).



B

Fig. 3. Diagrama de caja de los valores de riqueza florística respecto a valores de geoformas y orientación del terreno. **A:** Patrones generales de riqueza por geoforma. Letras distintas se corresponden con diferencias significativas ($p < 0,001$, Tablas 2-3). **B:** Combinación entre factores de geoforma y orientación del terreno (N: noreste, S: sudoeste). *Se corresponden con diferencias significativas entre orientaciones de la misma geoforma ($p < 0,001$, Tablas 4; 5). La línea inferior de la caja corresponde al primer cuartil, la línea dentro de la misma corresponde a la mediana y la línea superior al tercer cuartil. La diferencia entre el primer y el tercer cuartil es el rango intercuartílico. Los bigotes de las cajas corresponden a los valores mínimos y máximos de los datos. Los valores que exceden 1,5 veces el rango intercuartílico, se observan como puntos atípicos.

Tabla 1. Riqueza media y desvío estándar por geoforma.

Geoforma	n	Riqueza media	Desvío estándar
Base	20	9.750	6.727
Depósitos coluviales	20	19.300	7.463
Vertiente no invadida	20	19.350	5.752
Vertiente invadida	10	8.400	2.547
Cumbre	10	18.100	6.420

RESULTADOS

Se relevaron un total de 187 especies vegetales vasculares distribuidas en 52 familias, de las cuales 151 resultaron nativas (80,75 %), 33 exóticas (17,65 %) y 3 indeterminadas (1,6 %) (Fig. 3; Anexo I, Tabla 1). El mayor número de especies se encontró en las familias Poaceae (46), Asteraceae (42), Apiaceae (6), Cyperaceae (6), Fabaceae (6) e Iridaceae (5).

La comparación de los valores de riqueza

Tabla 2. Resultados del GLS comparando riqueza florística entre geoformas. *Diferencias significativas con un 0,95 % de confianza. Resultados geoforma GLS: grados de libertad = 4; valores de Chi-cuadrado = 81,778; $p < 0,001^*$. *Diferencias significativas con un 0,95 % de confianza.

Geoformas comparadas	Estimado $\pm$ error estándar	Grados de libertad	Radio t	Valor p
Base - Depósitos coluviales	-9,550 $\pm$ 2,250	37.900	-4.251	0,001*
Base - Vertiente rocosa no invadida	-9,600 $\pm$ 1,980	37.900	-4.851	< 0,001*
Base - Vertiente rocosa invadida	1,350 $\pm$ 1,710	27.100	0,791	0,931
Base - Cumbre	-8,350 $\pm$ 2,530	20.100	-3.305	0,026*
Depósitos coluviales - Vertiente rocosa no invadida	-0,050 $\pm$ 2,110	35.700	-0,024	1.000
Depósitos coluviales - Vertiente rocosa invadida	10,900 $\pm$ 1,850	26.000	5.882	< 0,001*
Cumbre - Depósitos coluviales	-1,200 $\pm$ 2,630	22.400	-0,457	0,990
Vertiente rocosa invadida – no invadida	-10,950 $\pm$ 1,520	27.800	-7.216	< 0,001*
Cumbre - Vertiente rocosa no invadida	-1,250 $\pm$ 2,400	17.800	-0,520	0,984
Cumbre - Vertiente rocosa invadida	9,700 $\pm$ 2,180	12.900	4.441	0,005*

Tabla 3. Riqueza media y desvío estándar con respecto a la geoforma y ladera.

Geoforma	Ladera	n	Riqueza media	Desvío estándar
Base	Noreste	10	12.500	8.100
	Sudoeste	10	7.000	3.621
Depósitos coluviales	Noreste	10	14.900	5.705
	Sudoeste	10	23.700	6.482
Vertiente no invadida	Noreste	10	17.300	4.596
	Sudoeste	10	21.400	6.275
Vertiente invadida	Noreste	5	8.000	3.240
	Sudoeste	5	8.800	1.923
Cumbre	-	10	18.100	6.420

Tabla 4. Resultados del análisis de comparaciones múltiples a través de GLM comparando riqueza florística entre ladera noreste y sudoeste con respecto a la misma geoforma. Resultados geoforma-ladera GLM: grados de libertad = 8; valores de Chi-cuadrado = 73,717; $p < 0,001^*$. *Diferencias significativas con un 0,95 % de confianza. Abreviaturas= EE: Estimado $\pm$ error estándar, GL: Grados de libertad

Geoforma	EE	GL	Radio z	Valor p
Base	5,500 $\pm$ 2,570	infinitos	2.137	0,082
Depósitos coluviales	-8,800 $\pm$ 2,570	infinitos	-3.419	0,002*
Vertiente no invadida	-4,100 $\pm$ 2,570	infinitos	-1.593	0,249
Vertiente invadida	-0,800 $\pm$ 3,640	infinitos	-0,220	0,974

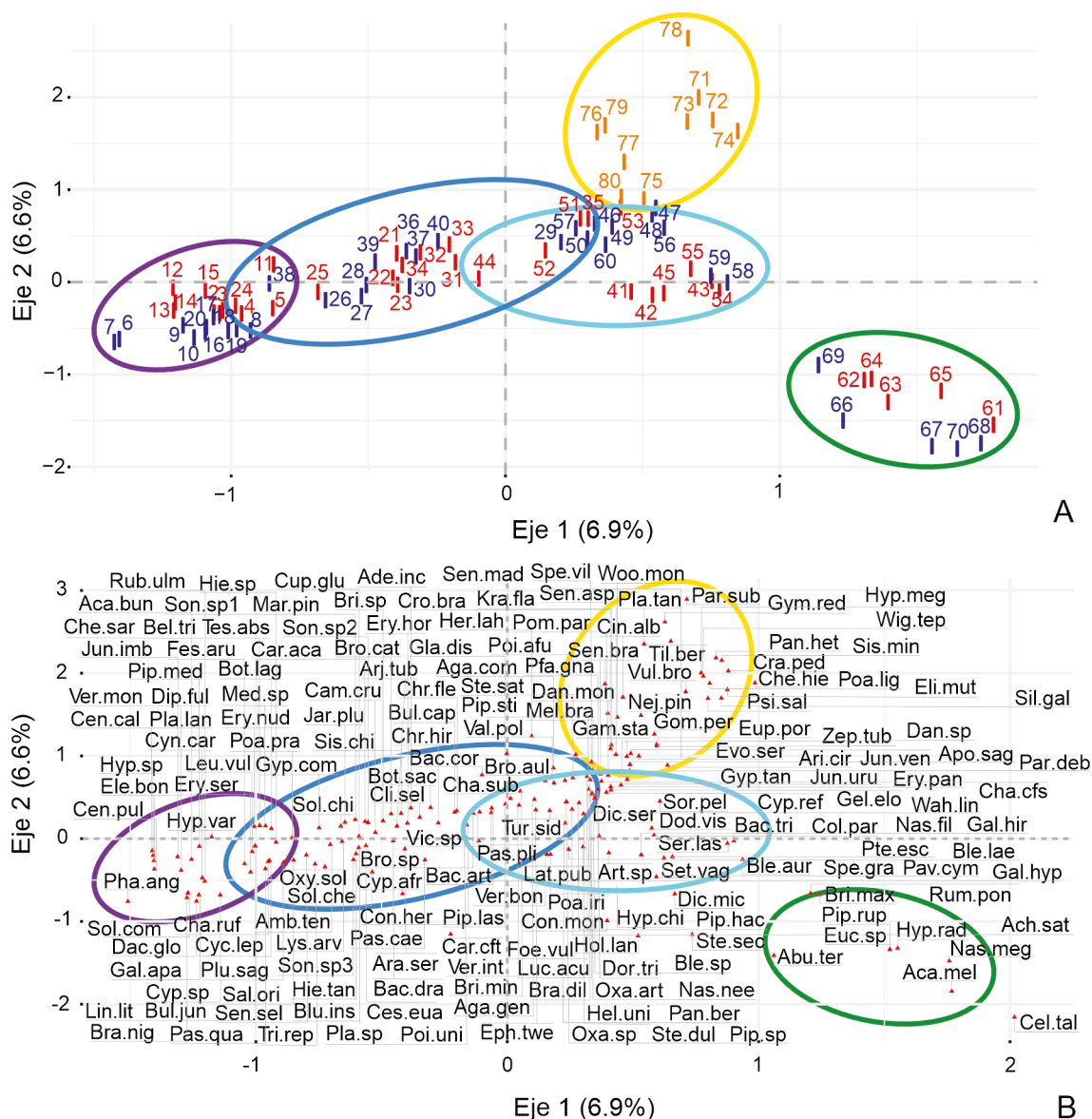


Fig. 4. Análisis de correspondencia de la cobertura vegetal. **A:** Puntos de muestreo. **B:** Especies vegetales muestreadas. Ver en la Tabla 5 y en el Anexo I, Tabla 1 la correspondencia de cada especie con los códigos utilizados.

específica de las comunidades entre geoformas mostró diferencias significativas (Tablas 1-2: $p < 0,001$; Fig. 3A). Las comunidades con mayores valores de riqueza se desarrollan en los Depósitos coluviales ($\bar{x}$: 19,3), la Vertiente rocosa no invadida ($\bar{x}$: 19,35) y la Cumbre ($\bar{x}$: 18,1), mientras que las que se desarrollan en la Base ($\bar{x}$: 9,75) y la Vertiente rocosa invadida ($\bar{x}$: 8,4) poseen la menor riqueza florística (Tabla 1). El análisis combinado de los factores geoforma y orientación del terreno, reflejó diferencias significativas dado que se encontraron semejanzas entre los patrones de riqueza intra-geoforma (ladera noreste versus ladera sudoeste) excepto para el caso de los Depósitos coluviales donde los valores de riqueza de la ladera sudoeste fueron significativamente mayores ($p < 0,001$; ver Tablas 3-4; Fig. 3B).

En el análisis de correspondencia (Fig. 4), se muestra que los primeros dos ejes de variación explicaron el 13,5 % de la variabilidad total de los datos respecto a la cobertura de especies por cuadrante. Se observa una diferenciación entre los cuadrantes de acuerdo a la geoforma a la cual pertenecen y si presentan o no invasión de *A. melanoxylo*. El eje 1 explica 6,9 % de la variación y separa los cuadrantes correspondientes a Base, Depósitos coluviales, Vertiente rocosa no invadida-Cumbre, y Vertiente rocosa invadida. Las especies *A. melanoxylo* (22,57 %), *Paspalum quadrifarium* Lam. (19,96 %), *Rumohra ponceana* Arana, Luna & Giudice (9,84 %) y *Festuca arundinacea* Schreb. (5,87 %), contribuyen mayormente en la diferenciación de los cuadrantes sobre el eje 1 (Anexo II, Fig. 1). Mientras que el eje 2, explica el 6,6 % de la variación y diferencia los cuadrantes correspondientes a los sitios de Cumbre y Vertiente rocosa invadida por *A. melanoxylo* separándolos del resto de los puntos de muestreo, donde *A. melanoxylo* (25,82 %), *Vulpia bromoides* (L.) Gray (9,74 %) y *Plantago tandilensis* (Pilg.) Rahn (5,42 %) fueron las especies que mayormente han contribuido en separar los puntos en este eje (Anexo II, Fig. 1). Cabe destacar que ninguno de los dos primeros ejes de variación permite diferenciar los cuadrantes de muestreo ubicados en laderas de distinta exposición (noreste y sudoeste). Sin embargo, se evidencia un patrón de diferenciación parcial entre las distintas geoformas (Fig. 4A).

Se observó que en la comunidad A, asociada a los cuadrantes correspondientes en la geoforma de

la Base predomina *P. quadrifarium*, acompañada por *Baccharis dracunculifolia* DC. ssp. *tandilensis* (Speg.) Giuliano, *F. arundinacea* (exótica), *Dactylis glomerata* L. (exótica) y *Holcus lanatus* L. (exótica) (Tabla 5). Además se han observado otras especies exóticas como *Dipsacus fullonum* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Galium aparine* L., *Phalaris angusta* Nees ex Trin., entre otras (Tabla 5; Fig. 4B). La comunidad B (geoforma Depósitos coluviales) posee un estrato arbustivo conspicuo compuesto mayormente por *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis* y *P. quadrifarium* acompañado por *Eryngium horridum* Malme, *Baccharis coridifolia* DC., *Chrysolaena flexuosa* (Sims) H. Rob., entre otras (Tabla 5; Fig. 4B). Constituye una unidad heterogénea que presenta elementos comunes con las unidades de Base y Vertiente rocosa no invadida (Tabla 5; Fig. 4B).

La comunidad C (geoforma Vertiente rocosa no invadida) se caracteriza por la presencia de *P. quadrifarium*, *Eryngium paniculatum* Cav. & Dombey ex F. Delaroche, *Colletia paradoxa* (Spreng.) Escal., *Nassella neesiana* (Trin. & Rupr.) Barkworth, *Setaria vaginata* Spreng. var. *bonariensis* Nicora, *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis*, *C. flexuosa*, *R. ponceana*, *Dodonaea viscosa* Jacq., *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi, *Chascolytrum* cf. *subaristatum* (Lam.) Desv., *Gyptis tanacetifolia* (Gillies ex Hook. & Arn.) D.J.N. Hind & Flann, *Dichondra sericea* Sw., *Piptochaetium lasianthum* Griseb., *Melica brasiliana* Ard., entre otras (Tabla 5). En dicha geoforma se observó la presencia de la mayoría de los helechos relevados como *R. ponceana*, *Blechnum auriculatum* Cav., *Blechnum laevigatum* Cav., *Pteridium esculentum* (G. Forst.) Cockayne var. *arachnoideum*, *Serpocaulon lasiopus* (Klotzsch) A.R. Sm., *Doryopteris triphylla* (Lam.) Christ y *Woodsia montevidensis* (Spreng.) Hieron (Anexo I, Tabla 1; Fig. 4B). Además, se hallaron parches de vegetación semejantes a las comunidades cercanas de Depósitos coluviales y de Cumbre plana (Tabla 5; Fig. 4B).

La comunidad E (geoforma Vertiente rocosa invadida por *Acacia melanoxylo*) presentó una riqueza promedio de 8,4, lo que representa un 57 % menos de riqueza que la misma geoforma no invadida (promedio: 19,35; Tabla 1; Fig. 3), además de presentar una comunidad florísticamente diferente (Fig. 4). Esta geoforma

Tabla 5. Tabla fitosociológica sintética de las comunidades de Sierra de los Padres y Sierra La Brava. Se indica el estatus (nativa, exótica, indeterminada) de cada especie y el código utilizado en el análisis de correspondencia (CA) en la Fig. 4B.

Estatus	Código CA	Comunidad Número de relevamientos Número de especies	A	B	C	D	E
			20	20	20	10	10
			64	122	102	62	37
Nativa	Pas.qua	<i>Paspalum quadrifarium</i> Lam.	V	V	IV		I
Exótica	Fes.aru	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	III	II			
Exótica	Dac.glo	<i>Dactylis glomerata</i> L.	III	I	I		I
Nativa	Aca.bun	<i>Acanthostyles buniifolius</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	II	I	I		
Exótica	Dip.ful	<i>Dipsacus fullonum</i> L.	II	I			
Exótica	Leu.vul	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	II	II			
Exótica	Gal.apa	<i>Galium aparine</i> L.	II	I			
Nativa	Pha.ang	<i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin.	II	I	I		
Nativa	Bot.lag	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	I	I			
Exótica	Car.cft	<i>Carduus</i> cf. <i>tenuiflorus</i> Curtis	I				II
Exótica	Cyn.car	<i>Cynara cardunculus</i> L.	I				
Nativa	Ery.nud	<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	I	I		I	
Exótica	Hyp.sp	<i>Hypochaeris</i> sp.	I				
Exótica	Med.sp	<i>Medicago</i> sp.	I	I			
Indeterminada	Pla.sp	<i>Plantago</i> sp.	I	I	II	I	I
Nativa	Jar.plu	<i>Jarava plumosa</i> (Spreng.) S.W.L. Jacobs & J. Everett	I	I			
Nativa	Sol.com	<i>Solanum commersonii</i> Dunal ex Poir.	I				
Exótica	Rub.ulm	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	I				
Nativa	Sen.sel	<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	I	I			
Nativa	Ara.ser	<i>Araujia sericifera</i> Brot.	I		I		I
Nativa	Con.mon	<i>Conyza monorchis</i> (Griseb.) Cabrera	I	I	I		I
Nativa	Sol.chi	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	I	I			
Nativa	Aga.com	<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltdl.) D'Arcy	I	I	I	II	
Nativa	Cyc.lep	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton & P. Wilson var. <i>leptophyllum</i>	I	I			
Nativa	Gyp.com	<i>Gyptis commersonii</i> Cass.	I	I			
Nativa	Oxy.sol	<i>Oxypetalum solanoides</i> Hook. & Arn.	I	I	I		
Nativa	Sal.ori	<i>Salpichroa organifolia</i> (Lam.) Baill.	I	I			
Nativa	Sol.che	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	I	I	I		
Nativa	Bac.dra	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. ssp. <i>tandilensis</i> (Speg.) Giuliano	III	V	III	II	I
Nativa	Ery.hor	<i>Eryngium horridum</i> Malme	I	III	I		
Nativa	Bac.cor	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	I	III	II	II	
Nativa	Chr.fle	<i>Chrysolaena flexuosa</i> (Sims) H. Rob.	I	III	III	I	
Nativa	Cam.cru	<i>Campovassouria cruciata</i> (Vell.) R.M. King & H. Rob.		II	I		
Nativa	Ery.ser	<i>Eryngium serra</i> Cham. & Schltdl.	I	II			

			Comunidad	A	B	C	D	E
			Número de relevamientos	20	20	20	10	10
Estatus	Código CA	Número de especies	64	122	102	62	37	
Nativa	Chr.hir	<i>Chromolaena hirsuta</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.		II	II			
Nativa	Aga.gen	<i>Agalinis genistifolia</i> (Cham. & Schltdl.) D'Arcy		II	II			
Nativa	Bac.art	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	I	II	I	I		
Nativa	Cli.sel	<i>Cliococca selaginoides</i> (Lam.) C.M. Rogers & Mildner	I	II	I			
Nativa	Cup.glu	<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltdl.	I	II	I			
Nativa	Gal.hyp	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.		II	I			
Nativa	Poa.iri	<i>Poa iridifolia</i> Hauman		I	I			II
Exótica	Poa.pra	<i>Poa pratensis</i> L.		I				
Nativa	Amb.ten	<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	I	I				
Nativa	Dic.mic	<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris		I				I
Nativa	Lin.lit	<i>Linum littorale</i> A. St.-Hil. var. <i>littorale</i>		I				
Nativa	Pas.cae	<i>Passiflora caerulea</i> L.	I	I	I			I
Nativa	Ste.sat	<i>Stevia satureiifolia</i> (Lam.) Sch. Bip. ex Klotzsch		I	I		II	
Nativa	Mar.pin	<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	I	I				
Nativa	Bra.dil	<i>Brachystele dilatata</i> (Lindl.) Schltr.		I	I			
Nativa	Bul.cap	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke cf. var. <i>capillaris</i>		I	I			
Nativa	Pom.par	<i>Pombalia parviflora</i> (Mutis ex L.f.) Paula-Souza		I	I			
Nativa	Vic.sp	<i>Vicia</i> sp.		I	I			
Nativa	Wah.lin	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.		I	I			
Nativa	Pfa.gna	<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L. f.) Mart.		I	I		I	
Nativa	Spe.vil	<i>Spergularia villosa</i> (Pers.) Cambess.		I	I		I	I
Nativa	Gla.dis	<i>Glandularia dissecta</i> (Willd. ex Spreng.) Schnack & Covas		I			I	
Nativa	Sen.asp	<i>Senega aspalatha</i> (L.) J.F.B. Pastore & Agust. Martinez		I			I	
Nativa	Ery.pan	<i>Eryngium paniculatum</i> Cav. & Dombey ex F. Delaroché		I	IV		I	
Nativa	Col.par	<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.	I	II	IV	I	I	
Nativa	Nas.nee	<i>Nassella neesiana</i> (Trin. & Rupr.) Barkworth	I	II	IV	III		
Nativa	Rum.pon	<i>Rumohra ponceana</i> Arana, Luna & Giudice			III			III
Nativa	Dod.vis	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.		I	III			
Nativa	Sor.pel	<i>Sorghastrum pellitum</i> (Hack.) Parodi		II	III	III	I	
Nativa	Cha.cfs	<i>Chascolytrum</i> cf. <i>subaristatum</i> (Lam.) Desv.	I	I	III	I		
Nativa	Gyp.tan	<i>Gyptis tanacetifolia</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) D.J.N. Hind & Flann		I	III	II	I	
Nativa	Dic.ser	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	I	II	III	II	I	
Nativa	Pip.las	<i>Piptochaetium lasianthum</i> Griseb.	I	II	III	I		
Nativa	Dan.sp	<i>Danthonia</i> sp.		I	II			
Nativa	Pip.hac	<i>Piptochaetium hackelii</i> (Arechav.) Parodi		I	II			
Nativa	Lat.pub	<i>Lathyrus pubescens</i> Hook. & Arn.		I	II			

			Comunidad	A	B	C	D	E
			Número de relevamientos	20	20	20	10	10
Estatus	Código CA	Número de especies	64	122	102	62	37	
Nativa	Ach.sat	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.		II	II	I		
Nativa	Ble.aur	<i>Blechnum auriculatum</i> Cav.			II			I
Nativa	Ari.cir	<i>Aristida circinalis</i> Lindm.			I			
Nativa	Dor.tri	<i>Doryopteris triphylla</i> (Lam.) Christ		I	I			
Nativa	Eph.twe	<i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey. emend. J.H. Hunz.		I	I			
Nativa	Luc.acu	<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass.		I	I		I	
Nativa	Pte.esc	<i>Pteridium esculentum</i> (G. Forst.) Cockayne var. <i>arachnoideum</i>			I			
Nativa	Cha.sub	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.		I	I		I	
Nativa	Con.her	<i>Convolvulus hermanniae</i> L'Hér.		I	I		I	
Exótica	Bri.min	<i>Briza minor</i> L.		I	I		I	
Indeterminada	Bro.sp	<i>Bromus</i> sp.	I	I	I			
Nativa	Hel.uni	<i>Helenium uniflorum</i> (Spreng.) P.L.R. Moraes	I	I	I			
Nativa	Poi.uni	<i>Poidium uniola</i> (Nees) Matthei		I	I			
Nativa	Val.pol	<i>Valeriana polystachya</i> Sm.		I	I			
Nativa	Ver.bon	<i>Verbena bonariensis</i> L.	I	I	I			
Nativa	Ver.int	<i>Verbena intermedia</i> Gillies & Hook. ex Hook.		I	I			
Nativa	Woo.mon	<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.			I		I	
Nativa	Gom.per	<i>Gomphrena perennis</i> L.	I	I	II		V	
Nativa	Dan.mon	<i>Danthonia montevidensis</i> Hack. & Arechav.		II	I		IV	
Exótica	Vul.bro	<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray		I			III	
Nativa	Mel.bra	<i>Melica brasiliensis</i> Ard.		II	III		III	I
Exótica	Sil.gal	<i>Silene</i> sp. aff. <i>gallica</i> L.		I			III	
Nativa	Pip.sti	<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. & Rupr.) Hack. ex Arechav.		II	II		III	
Nativa	Gam.sta	<i>Gamochaeta stachydifolia</i> (Lam.) Cabrera		I	II		III	I
Nativa	Eli.mut	<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze					III	
Nativa	Psi.sal	<i>Psidium salutare</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) O. Berg			I		III	
Nativa	Kra.fla	<i>Krapovickasia flavescens</i> (Cav.) Fryxell		II	II		III	
Nativa	Her.lah	<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt	I	I			III	
Nativa	Pan.het	<i>Panphalea heterophylla</i> Less.					II	
Nativa	Cin.alb	<i>Cinnagrostis alba</i> (J. Presl) P.M. Peterson, Soreng, Romasch. & Barberá var. <i>alba</i>		I	I		II	
Nativa	Pla.tan	<i>Plantago tandilensis</i> (Pilg.) Rahn					II	
Nativa	Til.ber	<i>Tillandsia bergeri</i> Mez			I		II	
Nativa	Cro.bra	<i>Crocyanthemum brasiliense</i> (Lam.) Spach		I	I		II	
Nativa	Eup.por	<i>Euphorbia portulacoides</i> L.			I		II	
Nativa	Nej.pin	<i>Neja pinifolia</i> (Poir.) G.L. Nesom			I		II	
Exótica	Sen.mad	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.		I	I		II	
Nativa	Par.sub	<i>Parodia submammulosa</i> (Lem.) R. Kiesling					I	

			Comunidad	A	B	C	D	E
			Número de relevamientos	20	20	20	10	10
Estatus	Código CA	Número de especies	64	122	102	62	37	
Nativa	Poi.afu	<i>Poidium</i> aff. <i>uniolae</i> (Nees) Matthei		I	I	I		
Nativa	Jun.ven	<i>Juncus venturianus</i> Castillón					I	
Nativa	Evo.ser	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.		I	I	I		
Nativa	Zep.tub	<i>Zephyranthes tubispatha</i> (L'Hér.) Herb.		I	I	I		
Nativa	Bro.aul	<i>Bromus auleticus</i> Trin. ex Nees		I	I	I		
Exótica	Aca.mel	<i>Acacia melanoxydon</i> R. Br.						V
Nativa	Set.vag	<i>Setaria vaginata</i> Spreng. var. <i>bonariensis</i> Nicora	I	II	IV	II	V	
Exótica	Hol.lan	<i>Holcus lanatus</i> L.	III	II	I		IV	
Exótica	Bri.max	<i>Briza maxima</i> L.		I	I	II	II	
Nativa	Hyp.chi	<i>Hypochaeris chillensis</i> (Kunth) Hieron.		I	I		II	
Nativa	Ste.sec	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze		I			I	
Nativa	Abu.ter	<i>Abutilon terminale</i> (Cav.) A. St.-Hil.		I				I

Referencia. Sólo en la **comunidad A (geoforma Base)** se hallan *Bellardia trixago*, *Brassica nigra*, *Centaurea calcitrapa*, *Centaureum pulchellum*, *Chevreulia sarmentosa*, *Cyperus* sp., *Eleocharis bonariensis*, *Hypochaeris variegata*, *Juncus imbricatus*, *Piptochaetium medium*, *Plantago lanceolata*, *Tessaria absinthioides* y *Verbena montevidensis* con I. En la **comunidad B (geoforma Depósitos coluviales)** también se encuentran *Adesmia incana*, *Arjona tuberosa* var. *tandilensis*, *Blumenbachia insignis*, *Bothriochloa saccharoides*, *Briza* sp., *Bromus catharticus* var. *catharticus*, *Bulbostylis juncoides* var. *juncoides*, *Carduus acanthoides*, *Cestrum corymbosum*, *Cyperus* aff. *reflexus*, *Hieracium* sp., *Hieracium tandilense*, *Lombardochloa rufa*, *Lysimachia arvensis*, *Oxalis* sp., *Pluchea sagittalis*, *Sisyrinchium chilense*, *Sonchus* sp., *Stenandrium dulce*, *Trifolium repens* y *Piptochaetium* sp. con I. En la **comunidad C (geoforma Vertiente rocosa no invadida)** además se hallan *Baccharis trimera*, *Blechnum laevigatum*, *Artemisia* sp., *Blechnum* sp., *Cyperus reflexus*, *Foeniculum vulgare*, *Galium hirtum*, *Gelasine elongata*, *Apodanthera sagittifolia*, *Juncus* cf. *uruguensis*, *Nassella filiculmis*, *Oxalis articulata*, *Panicum bergii*, *Parietaria debilis*, *Paspalum plicatulum*, *Pavonia cymbalaria*, *Serpocaulon lasiopus*, *Spergula grandis*, *Turnera sidoides* con I. En la **comunidad D (geoforma Cumbre plana)** se encuentran también *Poa ligularis* var. *resinulosa* y *Wigginsia tephraantha* con II y *Cheilanthes hieronymi*, *Crassula peduncularis*, *Gymnocalycium reductum*, *Hypochaeris megapotamica*, *Senecio bravensis* y *Sisyrinchium minutiflorum* con I. En la **comunidad E (geoforma Vertiente rocosa invadida por A. melanoxydon)** además se hallan *Nassella megapotamica* con II y *Celtis tala*, *Eucalyptus* sp., *Hypochaeris radicata* y *Piptochaetium ruprechtianum* con I.

se encuentra dominada por esta especie exótica y en codominancia con *S. vaginata* var. *bonariensis*, acompañada mayormente por *R. ponceana* y la exótica *H. lanatus*. Además, se han encontrado otras especies exóticas como *Carduus* cf. *tenuiflorus*, *Briza maxima* L., *Poa pratensis* L., entre otras (Anexo I, Tabla 1).

En la comunidad D (geoforma Cumbre plana) las especies más abundantes son *Gomphrena perennis* L., *D. montevidensis*, *V. bromoides* (exótica), *M. brasiliana*, *Silene* aff. *gallica* L. (exótica), *Piptochaetium stipoides* (Trin. & Rupr.)

Hack. ex Arechav., *Gamochaeta stachydifolia* (Lam.), *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze, *Psidium salutare* (Humb., Bonpl. & Kunth) O. Berg, *N. neesiana*, *S. pellitum*, entre otras (Tabla 5; Fig. 4B). Además, se encontraron las únicas tres especies de Cactaceae relevadas en el muestreo: *Gymnocalycium reductum* (Link) Pfeiff. & Otto, *Parodia submammulosa* (Lem.) R. Kiesling y *Wigginsia tephraantha* (Link & Otto) D.M. Porter; y la única especie de la familia Crassulaceae (*Crassula peduncularis* (Sm.) F. Meigen) (Anexo I, Tabla 1; Fig. 4B).

DISCUSIÓN

Las diferencias en los patrones de riqueza en relación a la variabilidad geomorfológica y parcialmente con la exposición de laderas reportadas en este trabajo, confirman lo observado en otros ecosistemas del mundo (Tukiainen *et al.*, 2022), destacando como aspectos vinculados con el desarrollo del sustrato, los niveles de exposición que afecten el balance hídrico, así como aspectos hidrológicos característicos de cada geoforma, son determinantes en el desarrollo de la flora serrana. Una de las comunidades en las que se observaron los menores valores de riqueza es la Base, lo cual es congruente con lo planteado por Stein *et al.* (2014) donde destacan que mayores valores de geodiversidad en términos de sustrato se correlacionan con mayor diversidad. La Base es una de las geoformas con menor variabilidad geoambiental donde dominan suelos profundos y fértiles (Argiudoles) cubiertos históricamente por pastizales de *P. quadrifarium* y flechillares (Frangi, 1975; Tomas *et al.*, 2005; Martínez, 2011a; Morello *et al.*, 2012). Por lo tanto, los bajos valores de riqueza registrados en este trabajo para las sierras La Brava y de los Padres para esta geoforma, en comparación con otras del perfil serrano, es coincidente con el modelo predicho por Stein *et al.* (2014). Por otro lado, los menores valores encontrados en la Base y en la Vertiente rocosa invadida pueden asociarse a la dominancia de una o más especies sobre otras, limitando su número y abundancia (Begon *et al.*, 2006; Pyšek *et al.*, 2012; Adams *et al.*, 2020). En el caso de la Base, la especie dominante es *P. quadrifarium* (nativa), mientras que en la Vertiente rocosa invadida es *A. melanoxydon* (exótica). Así mismo, los incendios y las modificaciones de los parámetros del suelo generados por *A. melanoxydon* podrían disminuir la riqueza de especies, aumentar el porcentaje de especies exóticas y disminuir el de nativas (Dias *et al.*, 1995; Hassink & Whitmore, 1997; Hillel, 1998; Pecorari & Alassia, 1998; Yariv & Michaelian, 2002; Salcedo-Pérez *et al.*, 2007; Taboada & Alvarez, 2008; Schiavo *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.* 2015; Mahood & Balch, 2019; Wraage *et al.*, 2022). La Cumbre, la Vertiente rocosa no invadida y los Depósitos coluviales se encuentran compuestos mayormente por roquedales, con una gran variabilidad de microambientes caracterizados por una diversidad de microrelieves

y desarrollo de suelo, que presentan en conjunto, una mayor heterogeneidad de nichos ecológicos evidenciándose en altos valores de riqueza (Frangi, 1975; Kristensen & Frangi, 1996; Dufour *et al.*, 2006; Cantero *et al.*, 2017; Echeverría *et al.*, 2023). Es interesante destacar que en la Vertiente rocosa invadida por *A. melanoxydon*, a pesar de la alta geodiversidad de esta geoforma, los valores de riqueza disminuyen considerablemente. Además, Enright *et al.* (1994) ha observado en roquedales una correlación negativa entre la riqueza y la diversidad con respecto a la concentración de nutrientes del suelo (calcio, magnesio, potasio y materia orgánica), dado que el estrés ambiental y las perturbaciones inhibirían la exclusión competitiva (MacDougall *et al.*, 2006). Otro estudio ha relacionado mayores concentraciones de nitrógeno y fósforo con mayor riqueza de especies (Marini *et al.*, 2007). Sin embargo, en los sitios de este trabajo, se ha estudiado el contenido de materia orgánica y se observaron altos porcentajes, en especial en lugares invadidos, indicando una vez más una posible asociación entre la invasión y la modificación del ambiente (Wraage *et al.*, 2022). No obstante, el calcio, magnesio, nitrógeno, fósforo y potasio no han sido medidos en la zona (Lupi & Ferrere, 2011; Alvarez *et al.*, 2012; Rodríguez *et al.*, 2015). En futuros trabajos sería interesante incluir al análisis las mediciones de estos parámetros para dilucidar qué variables podrían estar relacionadas con la diversidad del lugar. Por otro lado, los mayores valores de riqueza observados en la ladera sudoeste de los Depósitos coluviales podrían indicar que la ladera sudoeste tendría condiciones mesoambientales más favorables que la ladera noreste, pudiendo estar asociado a una pendiente menos abrupta y una menor radiación solar directa (Fig. 3B; Teruggi & Kilmurray, 1980; Martínez, 2011a; Kristensen & Frangi, 2015).

La composición florística de las comunidades vegetales estudiadas mostró relación parcial con la geoforma a la cual pertenece, lo que podría relacionarse con factores como la exposición al viento, tipo de suelo, exposición solar, frecuencia de disturbios, grado de invasión de especies exóticas, entre otras (Frangi, 1975; Sottile *et al.*, 2009, 2011; Giorgis *et al.*, 2011; Morello *et al.*, 2012; Kristensen & Frangi, 2015; Cantero *et al.*, 2017; Argañaraz *et al.*, 2020; Echeverría *et al.*, 2023). En los análisis de correspondencia y fitosociológico es posible interpretar que la composición florística

varía en función de la geoforma y del grado de invasión de *Acacia melanoxylon* (Fig. 4; Tabla 5). Por el contrario, esta diferenciación no se observó entre laderas de exposición contrastante, tal como ha sido descrito en otros trabajos (Frangi & Bottino, 1995; Kristensen & Frangi, 1995a, b, 1996, 2015; Martínez, 2011a; Sabatino *et al.*, 2017). La presencia de *A. melanoxylon* modifica la comunidad vegetal natural de la geoforma Vertiente rocosa, la cual no solo no presenta semejanza con las comunidades vegetales no invadidas de la misma geoforma, sino que la comunidad vegetal del área invadida por *A. melanoxylon* se diferencia de todas las comunidades que se desarrollan en todo el gradiente geomorfológico. El fuego puede ser un modelador de la comunidad, donde *A. melanoxylon* posee una gran producción de biomasa lo cual favorece la incidencia de incendios de gran magnitud (Sottile *et al.*, 2011). Otro factor relevante podría ser las modificaciones que provoca la acacia en el suelo, en ciertos parámetros, como la humedad y la sombra debido al canopeo, que podría afectar la supervivencia de otras especies (Dias *et al.*, 1995; Hassink & Whitmore, 1997; Hillel, 1998; Pecorari & Alassia, 1998; Yariv & Michaelian, 2002; Salcedo-Pérez *et al.*, 2007; Taboada & Alvarez, 2008; Schiavo *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.* 2015; Wraage *et al.*, 2022). Los cambios florísticos (en términos de la vegetación típicamente serrana) y de riqueza vegetal en relación a la invasión de *A. melanoxylon* han sido reportados para otros sectores de las sierras del sudeste de Tandilia entre las cuales figuran la reserva Natural Privada Paititi - Sierra La Peregrina (Echeverría *et al.*, 2017, 2023, Rojas, 2020), Sierra el Volcán (Escaray, 2007), así como en otras serranías del sistema de Tandilia (Scaramuzzino, 2022) y diversos ecosistemas del mundo (Richardson & Rejmánek, 2011).

El sector correspondiente a la Base se caracterizó por poseer principalmente comunidades vegetales que coinciden con lo que otros autores denominan “Pajonal de Paja colorada” y “Pastizal de Flechillas” (Frangi, 1975; Sottile *et al.*, 2009, 2011; Morello *et al.*, 2012). Cabe destacar que se ha encontrado a la especie exótica invasora *Rubus ulmifolius* Schott en la Base de la Sierra La Brava, donde actualmente posee una baja cobertura (Tabla 5; Anexo I, Tabla 1). Sin embargo, en otros sitios cercanos de Sierra de los Padres y en la Reserva Natural Laguna de los Padres (partido de General Pueyrredon) este arbusto

ha desplazado a numerosas especies, dominando parcelas de gran extensión (Fernández Honaine *et al.*, 2001; Mazzolari *et al.*, 2011; Mazzolari & Comparatore, 2014; Porrini *et al.*, 2014; Prieto *et al.*, 2016; De Rito *et al.*, 2018; Echeverría *et al.*, 2023). Por lo tanto, es fundamental realizar monitoreos a futuro de las dos especies exóticas leñosas invasoras que se han reportado en este trabajo.

En los Depósitos coluviales se encontró un estrato de porte arbustivo en concordancia con el crecimiento de suelos profundos bien drenados que permiten el desarrollo de sistemas radicales axonomorfos de gran porte como es el caso de arbustos de *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis* y otros arbustos acompañantes, p. ej., *B. coridifolia*, *Baccharis articulata* (Lam.) Pers., que se intercalan con parches de *P. quadrifarium* (Sottile *et al.*, 2011). Es interesante destacar que como consecuencia de los procesos de pendiente, se generan lóbulos de solifluxión que configuran una heterogeneidad de pendientes convergentes y divergentes en este sector de las sierras (Martínez, 2011a). Esto configura un mosaico diferencial de saturación de los suelos que permite el desarrollo de hierbas anuales y perennes y/o subarbustos mesófitos (p. ej., *Eryngium serra* Cham. & Schltdl.) y xerófitos (p. ej., *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.), en parches de pocos metros de distancia, lo que se condice con altos valores de riqueza, así como la presencia de numerosas angiospermas de alto interés ecológico y ornamental (Alonso *et al.*, 2009a, b).

La Vertiente rocosa no invadida presentó la mayor riqueza de pteridofitas asociada a las diaclasas de los sustratos rocosos. Estas permiten la infiltración del agua de lluvia, y su acumulación en cuevas y aleros sombríos con condiciones positivas de balance hídrico, favorables para el desarrollo de la fase gametofítica de estas plantas vasculares (Sottile *et al.*, 2024). En estos roquedales se desarrollan especies de helechos de afinidad andino-pampeana (e.g., *S. lasiopus*, *W. montevidensis*) y austro-brasileña (e.g., *B. auriculatum*, *B. laevigatum*) representando un área serrana con alto valor de conservación, dado su carácter de estaciones intermedias de dispersión de esporas en el marco biogeográfico de todo el arco serrano peripampásico (Frenguelli, 1950; de la Sota, 1967, 1985; de la Sota *et al.*, 2004; Sottile *et al.*, 2024).

En la Cumbre plana se observó el “Pastizal de Flechillas” y la presencia de cactus y suculentas, al igual que en otros estudios (Frangi, 1975; Alonso *et al.*, 2009a; Sottile *et al.*, 2011; Morello *et al.*, 2012; Echeverría *et al.*, 2017, 2023). En los muestreos realizados no se hallaron parches de arbustos dominados por *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis*, *B. articulata* y por *Neja pinifolia* (Poir.) G.L. Nesom reportados por Frangi (1975) y Sottile *et al.* (2011); sin embargo, la presencia de estas comunidades en áreas serranas vecinas (información no publicada), sugiere la ocurrencia de disturbios locales que podrían disminuir la cobertura de estos arbustos en las áreas relevadas. Además, se observó que la especie exótica anual *Vulpia bromoides* era frecuente y dominaba ciertos parches de la vegetación, especialmente en Sierra de los Padres. Esta especie fue citada en otros trabajos, no obstante, siempre fue mencionada como especie acompañante y no dominante (Frangi, 1975; Escaray, 2007; Echeverría *et al.*, 2017; Garavano, 2018; Rojas, 2020). Se ha descrito que *V. bromoides* es resistente a condiciones frías, secas, a suelos pobres, germina en un amplio rango de temperaturas, posee latencia fisiológica y es intolerante a la sombra (Figuerola *et al.*, 2004). Asimismo, en la Cumbre plana se observan parches de briofitos entre el sustrato rocoso, donde los musgos podrían facilitar la germinación y supervivencia de *V. bromoides* otorgándole humedad y materia orgánica (Sand-Jensen & Hammer, 2012; Kleinhesselink & Cushman, 2019). Además, Tozer *et al.* (2008), ha demostrado que esta especie puede colonizar espacios libres de pocos centímetros, donde el tamaño del parche y la intensidad del pastoreo podrían ser factores determinantes en la tasa de crecimiento poblacional. Por otro lado, en Estados Unidos se ha observado que un incremento en la biomasa de los pastos anuales invasores, como *V. bromoides*, aumenta la frecuencia de incendios actuando como combustible (Davies & Nafus, 2012; Balch *et al.*, 2013; Fusco *et al.*, 2019), además de disminuir la riqueza de especies y aumentar el porcentaje de especies exóticas y disminuir el de nativas a lo largo de los años (Mahood & Balch, 2019). La Cumbre plana de Sierra de los Padres, se encuentra cercana a campos agrícolas y con ganado, donde el mismo puede acceder a estos sitios muestreados. Además, la Vertiente rocosa invadida se encuentra contigua a la Cumbre plana de Sierra de

los Padres, por lo tanto, una mayor intensidad en los incendios asociada a la invasión de *A. melanoxylon*, podría potenciar la posibilidad de propagación de pastos exóticos como *V. bromoides* sobre la vegetación de la Cumbre, donde las poblaciones de arbustos son más afectados que los pastos en términos de su recuperación (Trollope & Tainton, 1986; Guevara *et al.*, 1999; Sottile *et al.*, 2011; Arán *et al.*, 2017). Por todo lo expuesto, es necesario continuar con el análisis del estado de conservación de los pastizales y comunidades de los sectores de cumbres en diversas sierras del sudeste de Tandilia con énfasis en la determinación del grado de avance de *V. bromoides* así como de otros pastos anuales exóticos que pudieran modificar los ciclos y funcionalidad de las comunidades serranas.

Es interesante destacar que las comunidades de Cumbre de Sierra de los Padres y Sierra La Brava estudiadas en este trabajo, presentan elementos semejantes a lo reportado por algunos autores como comunidad de “*Hatschbachiela tweedieana* (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.-*N. pinifolia*” (Frangi, 1975; Sabatino *et al.*, 2021a, b). Sin embargo, las comunidades relevadas para estas sierras, así como las reportadas en otras serranías de Balcarce y General Pueyrredon —Sierra El Volcán (Escaray, 2007), Sierra La Barrosa (Alonso *et al.*, 2009a, b), Sierra La Peregrina (Echeverría *et al.*, 2017, 2023; Garavano, 2018; Rojas, 2020)— presentan una composición con ausencia de algunos elementos conspicuos como por ejemplo *H. tweedieana*. Es necesario continuar con el estudio de la distribución de taxones como *H. tweedieana* y así identificar diferentes agentes que determinen tales patrones de distribución y que brinden herramientas para su conservación.

Por otra parte, estos primeros resultados sugieren el desarrollo de comunidades vegetales en asociación con el gradiente geomorfológico, a pesar del escaso valor explicado por los primeros dos ejes del análisis de correspondencia, lo cual evidencia el carácter preliminar de este estudio y la necesidad de contemplar un mayor número de cuadrantes dado el carácter diverso de estas comunidades. Sería deseable el estudio de la vegetación en un mayor número de sierras del sudeste de Tandilia para robustecer el entendimiento de las diferencias florísticas entre las comunidades vegetales de las distintas geoformas. Además, se destaca la presencia de parches con composición común a

las geoformas contiguas. En estas áreas convergen diversas especies típicas de cada geoforma, lo cual representa un atributo valioso para contemplar en el diseño de planes de manejo que apunten a la conservación de la biodiversidad de las laderas serranas. En particular, sería relevante considerar a áreas de Depósitos coluviales como corredores donde confluyen elementos de las comunidades de Base así como las de Vertiente rocosa. Por ejemplo, puede observarse que *P. quadrifarium*, *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis*, *F. arundinacea*, entre otras, se encuentran en las comunidades vegetales pertenecientes a Base y a Depósitos coluviales; *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis*, *P. quadrifarium*, *B. coridifolia*, *C. flexuosa*, *C. paradoxa*, *Nassella neesiana*, *D. sericea*, *P. lasianthum*, entre otras, se encuentran en Depósitos coluviales y en Vertiente rocosa no invadida. Lo mismo aplica para las comunidades vecinas de la parte superior del gradiente altitudinal, donde *C. paradoxa*, *B. dracunculifolia* ssp. *tandilensis*, *M. brasiliensis*, *S. pellitum*, entre otras, se encuentran en las comunidades de Vertiente rocosa no invadida y Cumbre plana (Tabla 5). Además, en este estudio se observa el primer reporte para las sierras de Tandilia entre Mar del Plata y Balcarce de las nativas *Hypochaeris megapotamica* Cabrera, *Hypochaeris variegata* (Lam.) Baker, *Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC., *Bulbostylis juncoides* (Vahl) Kük. ex Herter var. *juncoides*, *Aristida circinalis* Lindm. y la exótica *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch (Anexo I, Tabla 1) (Escaray, 2007; Alonso *et al.*, 2009a; Sottile *et al.*, 2009, 2011; Echeverría *et al.*, 2017, 2023; Sabatino *et al.*, 2017, 2021a, 2021b; Garavano, 2018; De Rito *et al.*, 2020; Rojas, 2020).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se lograron identificar 187 especies, de las cuales el 80,75 % son nativas, siendo las familias Poaceae y Asteraceae las más representativas. La composición florística varió con respecto a la invasión o no de *A. melanoxylon*, y con respecto a la geoforma, no observándose diferencias entre laderas noreste y sudoeste. Por otra parte, se sugiere, en forma preliminar, parches de composición florística mixta en áreas transicionales entre geoformas contiguas. Si bien se observaron

leves diferencias en la presencia o ausencia de ciertos taxones, en términos generales, las comunidades descriptas en cada geoforma coinciden con los elementos florísticos previamente reportados para otras sierras del sudeste del sistema de Tandilia.

En este trabajo se expone la alteración de las comunidades vegetales nativas en presencia de *A. melanoxylon* y cómo la comunidad modificada no se asemeja a ninguna de las nativas existentes en estas sierras. Además, se reporta la presencia de la especie exótica invasora *Rubus ulmifolius* Schott (conocida como zarzamora) en la sierra con menor grado de invasión de *A. melanoxylon* (Sierra La Brava), siendo un dato importante que interpela a controlar la abundancia de la misma para evitar que el grado de invasión de esta especie en Sierra La Brava, escale a valores altos como ya posee el área de la Reserva Municipal Laguna de los Padres (partido de General Pueyrredon). Debido a que en la región estudiada sólo existe un área protegida, es necesario que diferentes agentes de gestión locales promuevan el monitoreo del avance de *A. melanoxylon*, así como de otras especies invasoras transformadoras de ecosistemas y se generen pautas de manejo, especialmente en las geoformas de Vertiente rocosa, Depósitos coluviales y Cumbre que son las que presentaron los mayores valores de riqueza florística a partir de lo analizado en este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

C.P.W., G.D.S. y M.F.H. participaron en el diseño y realización de la investigación, análisis, recolección e interpretación de datos, preparación de las figuras y redacción del manuscrito. C.V.P., P. E. M. y C.P.W. llevaron a cabo los análisis estadísticos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a los propietarios de las estancias El Abrojo y Los Blanco por permitirnos realizar los relevamientos durante el transcurso de este trabajo. A Patricia Suárez por brindar el equipamiento y la bibliografía para la determinación de los ejemplares recolectados en el Herbario MDQ (IIMyC-UNMdP, Departamento de Biología- FCEyN). A María Fernanda Álvarez por haber asistido a las salidas de campo. A Alicia

López Méndez, María Lis Echeverría y Nehuén Russo por el asesoramiento de algunos ejemplares y recibírnos en el Herbario BAL (INTA, FCA-UNMDP). Finalmente, agradecemos los aportes y sugerencias por parte de las Dras. Karina L. Speziale y María Julia Kristensen que permitieron enriquecer significativamente el manuscrito. Este trabajo se enmarca en los siguientes subsidios financiados por la UNMDP, a cargo de G.D.S: EXA1215/24, EXA1103/22.

DATOS PRIMARIOS

La información de los ejemplares colectados y depositados en el Herbario MDQ del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, CONICET-Universidad Nacional de Mar del Plata/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se adjuntan en el Anexo III, Tabla 1.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, S. N., S. JENNINGS & N. WARNOCK. 2020. Plant invasion depresses native species richness, but control of invasive species does little to restore it. *Plant Ecol. Divers.* 13: 257-266. <https://doi.org/10.1080/17550874.2020.1817998>
- ALONSO, S. I., I. R. GUMA, M. C. NUCIARI & A. VAN OLPHEN. 2009a. Flora de un área de la Sierra La Barrosa (Balcarce) y fenología de especies con potencial ornamental. *Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo* 41: 23-44.
- ALONSO, S. I., V. ISPIZÚA, M. C. NUCIARI, A. CLAUSEN & M. CALANDRONI. 2009b. Valor actual y potencial de los recursos florísticos del sistema serrano de Tandilia (Buenos Aires, Argentina). En: SEGUEL, I., P. LEÓN, G. MUÑOZ, J. PIÑERA & L. AVENDAÑO (eds.), *Proceedings 7° Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe*, pp. 453-454. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Temuco.
- ALVAREZ, M. F., M. L. OSTERRIETH & J. L. DEL RÍO. 2012. Organic matter fractionation in aggregates typical Argiudolls southeastern Buenos Aires and its relation to different soil uses: a preliminary study. *Environ. Earth Sci.* 65: 505-515. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1446-5>
- ANTON, A. M. & F. O. ZULOAGA. 2012. Monocotyledoneae. Poaceae: Aristidoideae a Pharoideae. En: ZULOAGA, F. O., Z. E. RÚGOLO & A. M. ANTON (eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, vol. 3. Gráficamente ediciones, Córdoba.
- ANTON, A. M. & F. O. ZULOAGA. 2014. Dicotyledoneae. Asteraceae: Senecioneae a Vernoniaeae. En: ZULOAGA, F. O., M. J. BELGRANO & A. M. ANTON (eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, vol. 7. IBODA-CONICET, Buenos Aires.
- ANTON, A. M. & F. O. ZULOAGA. 2015. Dicotyledoneae. Asteraceae: Cichorieae, Helenieae a Mutisieae. En: ZULOAGA, F. O., M. J. BELGRANO & A. M. ANTON (eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, vol. 7. IBODA-CONICET, Buenos Aires.
- ANTON, A. M. & F. O. ZULOAGA. 2016. Licofitas, Helechos, Gymnospermae. En: ZULOAGA, F. O. & M. J. BELGRANO (eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, vol. 2. IBODA-CONICET, Buenos Aires.
- ANTON, A. M. & F. O. ZULOAGA. 2017. Celastrales, Cucurbitales, Fagales, Malpighiales, Oxalidales. En: ZULOAGA, F. O. & M. J. BELGRANO (eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, vol. 17. IBODA-CONICET, Buenos Aires.
- ARÁN, D., J. GARCÍA-DURO, O. CRUZ, M. CASAL & O. REYES. 2017. Understanding biological characteristics of *Acacia melanoxylon* in relation to fire to implement control measurements. *Ann. For. Sci.* 74: 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0661-y>
- ARGAÑARAZ, J. P., A. M. CINGOLARI, L. M. BELLIS & M. A. GIORGIS. 2020. Fire incidence along an elevation gradient in the mountains of central Argentina. *Ecol. Austral* 30: 268-281. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.1054>
- BALCH, J. K., B. A. BRADLEY, C. M. D'ANTONIO & J. GÓMEZ-DANS. 2013. Introduced annual grass increases regional fire activity across the arid western USA (1980–2009). *Glob. Change Biol.* 19: 173-183. <https://doi.org/10.1111/gcb.12046>
- BARRAL, M. P. & N. O. MACEIRA. 2012. Land-use planning based on ecosystem service assessment: A case study in the Southeast Pampas of Argentina. *Agric. Ecosyst. Environ.* 154: 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.07.010>
- BEGON, M., C. R. TOWNSEND & J. L. HARPER. 2006. *Ecology. From individuals to Ecosystems*. (4th ed.). Blackwell Publishing, Oxford.

- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume, Madrid.
- BRAZIER, V., P. M. BRUNEAU, J. E. GORDON & A. F. RENNIE. 2012. Making space for nature in a changing climate: the role of geodiversity in biodiversity conservation. *Scott. Geogr. J.* 128: 211-233. <https://doi.org/10.1080/14702541.2012.737015>
- CABRERA, A. L. 1970. Gramíneas. *Flora de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Tomo 4 (2). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- CABRERA, A. L. & E. M. ZARDINI. 1978. *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*. Editorial ACME S.A., Buenos Aires.
- CANTERO, J. J., J. MULKO, C. NÚÑEZ, S. R. ZEBALLOS, ... & M. CABIDO. 2017. Heterogeneidad de la vegetación en ambientes basálticos del centro de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 153-183.
- CRISCI, J. V, S. FREIRE, G. SANCHO & L. KATINAS. 2001. Historical biogeography of the Asteraceae from Tandilia and Ventania mountain ranges (Buenos Aires, Argentina). *Caldasia* 23: 21-41.
- DAVIES, K. W. & A. M. NAFUS. 2012. Exotic annual grass invasion alters fuel amounts, continuity and moisture content. *Int. J. Wildland Fire* 22: 353-358. <https://doi.org/10.1071/WF11161>
- DE LA SOTA, E. A. 1967. Composición, origen y vinculación de la flora pteridológica de las sierras de Buenos Aires (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 11: 105-128.
- DE LA SOTA, E. A. 1972. Sinopsis de las Pteridófitas del Noroeste de la Argentina, *I. Darwiniana* 17: 11-103. <http://www.jstor.org/stable/23215042>.
- DE LA SOTA, E. A. 1973. La distribución geográfica de las Pteridófitas en el cono sur de América meridional. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15: 23-34.
- DE LA SOTA, E. A. 1985. Las Pteridófitas de la provincia de La Pampa, Argentina. *Rev. Fac. Agron. UNLPam* 1: 23-34.
- DE LA SOTA, E., G. GIUDUCE, M. PONCE, J. RAMOS GIACOSA & M. ARTUR. 2004. Relaciones fitogeográficas de la flora pteridofítica serrana bonaerense. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 181-194.
- DE RITO, M. V., M. FERNÁNDEZ HONAINÉ & L. P. HERRERA. 2020. Aplicación de un índice de naturalidad para las sierras del sistema de Tandilia. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* 22: 75-90. <https://doi.org/10.22179/REVMACN.22.672>
- DE RITO, M. V., M. FERNÁNDEZ HONAINÉ, M. OSTERRIETH & E. MOREL. 2018. Silicophytoliths from a Pampean native tree community (*Celtis ehrenbergiana* community) and their representation in the soil assemblage. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 257: 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2018.06.002>
- DIAS, L. E., A. A. FRANCO, E. CAMPELLO, S. M. FARIA & E. M. SILVA. 1995. Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. *Bosque* 16: 121-127.
- DUFOUR, A., F. GADALLAH, H. H. WAGNER, A. GUIBAN & A. BUTTLER. 2006. Plant species richness and environmental heterogeneity in a mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. *Ecography* 29: 573-584. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2006.04605.x>
- ECHEVERRÍA, M. L., S. I. ALONSO & V. M. COMPARATORE. 2017. Survey of the vascular plants of Sierra Chica, the untouched area of the Paititi Natural Reserve (southeastern Tandilia mountain range, Buenos Aires province, Argentina). *Check List* 13: 1003-1036. <https://doi.org/10.15560/13.6.1003>
- ECHEVERRÍA, M. L., S. I. ALONSO & V. M. COMPARATORE. 2023. Vegetation of a hill grassland of the Paititi Natural Reserve (Pampa biome) and early detection of non-native species acting as invasive. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 71-90. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n1.38512>
- ENRIGHT, N. J., B. P. MILLER & A. CRAWFORD. 1994. Environmental correlates of vegetation patterns and species richness in the northern Grampians, Victoria. *Aust. J. Ecol.* 19: 159-168. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1994.tb00479.x>
- ESCARAY, F. 2007. *Estudio florístico de una ladera de la sierra Del Volcán (Sistema de Tandilia)*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
- FERNÁNDEZ HONAINÉ, M., A. F. ZUCOL & M. L. OSTERRIETH. 2001. Efectos de la invasión de *Rubus ulmifolius* en la vegetación de la Reserva Natural Laguna de los Padres (Provincia de Buenos Aires). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36 (Supl.): 41.
- FIGUEROA, J. A., S. TEILLIER & F. M. JAKSIC. 2004. Composition, size and dynamics of the seed bank in a mediterranean shrubland of Chile. *Austral Ecol.* 29: 574-584. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2004.01392.x>

- FOX, J. & WEISBERG, S. 2019. *An {R} Companion to Applied Regression*, Third Edition. Sage, Thousand Oaks. Disponible en: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>.
- FRANGI, J. L. 1975. Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las Sierras de Tandil (Provincia de Buenos Aires). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15: 293-319.
- FRANGI, J. L. & O. J. BOTTINO. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 71: 93-133.
- FRENGUELLI, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la provincia de Buenos Aires. Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires. *Lab. Ensayos Materiales Invest. Tecnol. (LEMIT) Ser. II* 33: 1-72.
- FUSCO, E. J., J. T. FINN, J. K. BALCH, R. C. NAGY & B. A. BRADLEY. 2019. Invasive grasses increase fire occurrence and frequency across US ecoregions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 116: 23594-23599. <https://doi.org/10.1073/pnas.1908253116>
- GARAVANO, M. E. 2018. *Estudio de Solanum commersonii Dunal en un ecosistema serrano del Sistema de Tandilia (Buenos Aires) para implementar su conservación in situ*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
- GIORGIS, M. A., P. A. TECCO, A. M. CINGOLANI, D. RENISON, ... & V. PAIARO. 2011. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biol. Invasions* 13: 1423-1434. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9900-y>
- GOOGLE LLC. 2024. Google Earth Pro. Disponible en: <https://maps.google.com/intl/es/earth/>
- GRAY, M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*, 2nd ed. Wiley-Blackwell, Chichester. <https://shorturl.at/7lhna>
- GUEVARA, J. C., C. R. STASI, C. F. WUILLOUD & O. R. ESTEVEZ. 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina): composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. *J. Arid Environ.* 41: 27-35. <https://doi.org/10.1006/jare.1998.0463>
- HASSINK, J., & A. P. WHITMORE. 1997. A model of the physical protection of organic matter in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 131-139. <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010020x>
- HILLEL, D. 1998. *Environmental soil physics*. Academic Press, San Diego.
- HJORT, J., J. E. GORDON, M. GRAY & M. L. HUNTER JR. 2015. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. *Conserv. Biol.* 29: 630-639. <https://doi.org/10.1111/cobi.12510>
- HJORT, J., H. TUKIAINEN, H. SALMINEN, J. KEMPPINEN, ... & T. MALINIEMI. 2022. A methodological guide to observe local-scale geodiversity for biodiversity research and management. *Journal of Applied Ecology* 59: 1756-1768. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14183>
- ISACCH, J. P., M. S. BÓ, L. E. VEGA, M. FAVERO, A. V. BALADRÓN, ... & J. P. SECO PON. 2016. Diversidad de Tetrápodos en un mosaico de ambientes del sudeste de la ecorregión Pampeana como herramienta para planificar en conservación. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* 18: 211-233.
- KASSAMBARA, A., & F. MUNDT. 2017. *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. R package (versión 1.0.5.999.) Disponible en: <https://cran.rproject.org/web/packages/factoextra/index.html>.
- KLEINHESELINK, A. R. & J. H. CUSHMAN. 2019. Effects of native bryophytes on exotic grass invasion across an environmental gradient. *Ecosphere* 10: e02769. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2769>
- KRISTENSEN, M. J. & J. L. FRANGI. 1995a. La Sierra de la Ventana: una isla de biodiversidad. *Cienc. Hoy* 5: 25-34.
- KRISTENSEN, M. J. & J. L. FRANGI. 1995b. Mesoclimas de pastizales de la Sierra de la Ventana. *Ecol. Austral* 5: 55-64.
- KRISTENSEN, M. J. & J. L. FRANGI. 1996. Mesoclimas de roquedales de la Sierra de la Ventana. *Ecol. Austral* 6: 115-122. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1655.
- KRISTENSEN, M. J. & J. L. FRANGI. 2015. Chasmophytic vegetation and mesoclimates of rock outcrops in Ventania (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50: 35-46.
- KRISTENSEN, M. J., J. LAVORNIA, V. LEBER, M. POSE, P. M. DELLAPÉ, ... & M. HIGUERA. 2014. Estudios para la conservación de la pampa austral. I. Diagnóstico de la biodiversidad local. *Rev. Estud. Ambient.* 2: 105-117.
- LÊ, S., J. JOSSE & F. HUSSON. 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *J. Stat. Softw.* 25: 1-18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>

- LE MAITRE, D. C., M. GAERTNER, E. MARCHANTE, E. J. ENS, P. ... & D. M. RICHARDSON. 2011. Impacts of invasive Australian acacias: implications for management and restoration. *Divers. Distrib.* 17: 1015-1029. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00816.x>
- LENTH, R. 2019. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.4. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
- LORENZO, P. & S. RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA. 2015. Cambios provocados en el suelo por la invasión de acacias australianas. *Ecosistemas* 24: 59-66. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-1.10>
- LUPI, A. M. & P. FERRERE. 2021. Cuánto afecta la edad de la plantación en la cantidad de carbono almacenado en el suelo? En: *XXXV Jornadas Forestales de Entre Ríos*, pp. 117-121. INTA, Concordia. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10633>.
- MACDOUGALL, A. S., J. BOUCHER, R. TURKINGTON & G. E. BRADFIELD. 2006. Patterns of plant invasion along an environmental stress gradient. *J. Veg. Sci.* 17: 47-56. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2006.tb02422.x>
- MAHOOD, A. L., & J. K. BALCH. 2019. Repeated fires reduce plant diversity in low-elevation Wyoming big sagebrush ecosystems (1984–2014). *Ecosphere* 10: e02591. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2591>
- MARINI, L., M. SCOTTON, S. KLIMEK, J. ISSELSTEIN & A. PECILE. 2007. Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. *Agric. Ecosyst. Environ.* 119: 281-288. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.015>
- MARTÍNEZ, G. A. 2011a. Geomorfología del paisaje serrano e interserrano de Tandilia Oriental. En: MASSONE, H. (ed.), *Lagunas de Los Padres y La Brava: Un recurso natural y social para cuidar y compartir*. 1ª Ed. (e-book). Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- MARTÍNEZ, G. A. 2011b. Historia geológica Tandilia Oriental y llanura circundante. En: MASSONE, H. (ed.), *Lagunas de Los Padres y La Brava: un recurso natural y social para cuidar y compartir*. 1ª Ed. (e-book). Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- MATTEUCCI, S. D. & A. COLMA 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación* (Vol. 22). Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos, Washington D.C.
- MAZZANTI, D. L. & C. QUINTANA (eds.). 2014. *Historias Milenarias Pampeanas. Arqueología de las Sierras de Tandilia*. Área Cuatro SRL, Mar del Plata.
- MAZZOLARI, A. C., V. M. COMPARATORE & F. BEDMAR. 2011. Control of elmleaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *J. Nat. Conserv.* 19: 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2010.12.002>
- MAZZOLARI, A. C. & V. M. COMPARATORE. 2014. Invasion of *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) in Laguna de los Padres Natural Reserve, Buenos Aires, Argentina: basis for drawing management strategies and recovery of native forests. *BioScriba* 7: 19-29.
- MEDAN, D., J. P. TORRETTA, K. HODARA, E. B. DE LA FUENTE & N. H. MONTALDO. 2011. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. *Biodiv. Conserv.* 20: 3077-3100. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0118-9>
- MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. F. RODRIGUEZ, M. E. SILVA, P. MESOPOTÁMICA & P. LLANA. 2012. *Ecorregiones y complejos Ecosistémicos de Argentina*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- NAVEH, Z., A. LIEBERMAN, F. SARMIENTO, C. GHERSA & R. LEÓN. 2001. *Ecología de paisajes. Teoría y aplicación*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- NÚÑEZ, M. V. & R. O. SÁNCHEZ. 2007. Relaciones sociedad-naturaleza en la región de Tandilia. En: *Actas del Primer Congreso de Geografía de Universidades Nacionales*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.
- OKSANEN, J., G. L. SIMPSON, F. G. BLANCHET, R. KINDT, ... & J. WEEDON. 2022. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-2. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- PECORARI, C. & M. J. ALASSIA. 1998. *Efecto del estado hídrico inicial sobre la compactación de los suelos*. Información Técnica para Productores, Argentina. Disponible en: http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p108.htm. [Acceso 24 Agosto 2022]
- PORRINI, D. P., A. V. CASTRO & A. C. CICCHINO. 2014. Los carábidos (Coleoptera: Carabidae)

- asociados a los remanentes de bosque nativo en la Reserva Natural Municipal Laguna de los Padres, Buenos Aires. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 73: 35-48.
- PRIETO, A., V. N. ISPIZÚA & A. M. CLAUSEN. 2016. Distribución y variabilidad morfológica de poblaciones de *Solanum commersonii* (Solanaceae) en la región pampeana de la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 59-71.
- PYSEK, P., V. JAROSIK, P. E. HULME, J. PERGL, ... & M. VILÀ. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Glob. Change Biol.* 18: 1725-1737.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x>
- R CORE TEAM. 2022. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: <https://www.R-project.org/>.
- RICHARDSON, D. M. & M. REJMÁNEK. 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Divers. Distrib.* 17: 788-809.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x>
- RODRIGUEZ, S., C. DEL CARMEN VIDELA, E. C. ZAMUNER, L. I. PICONE, ... & N. O. MACEIRA. 2015. Cambios en propiedades químicas de un suelo Molisol de la Región Pampeana argentina con diferente historia de manejo. *Chil. J. Agric. Anim. Sci.* 31: 137-148.
- ROJAS, S. 2020. *Efecto del control químico sobre la supervivencia de ejemplares de la invasora Acacia melanoxylon R. Br (Fabaceae) y sucesión vegetal en un ecosistema serrano del sudeste bonaerense (Argentina)*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
- SABATINO, M., J. FARINA & N. MACEIRA. 2017. *Flores de las sierras de Tandilia. Guía para el reconocimiento de sus plantas y sus visitantes florales*. Ediciones INTA, Balcarce.
- SABATINO, M., P. MELI & A. ROVERE. 2021a. Criteria to select vegetal species for restoration of plant-pollinator interactions in agricultural landscapes of the Pampa grassland (Argentina). *Acta Oecol.* 111: 103710.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2021.103710>
- SABATINO, M., A. ROVERE & P. MELI. 2021b. Restoring pollination is not only about pollinators: Combining ecological and practical information to identify priority plant species for restoration of the Pampa grasslands of Argentina. *J. Nat. Conserv.* 61: 126002. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126002>
- SALCEDO-PÉREZ, E., A. GALVIS-SPINOLA, T. M. HERNÁNDEZ-MENDOZA, R. RODRÍGUEZ-MACIAS, ... & R. CARRILLO-GONZÁLEZ. 2007. La humedad aprovechable y su relación con la materia orgánica y superficie específica del suelo. *Terra Latinoam.* 25: 419-425.
- SAND-JENSEN, K. & K. J. HAMMER. 2012. Moss cushions facilitate water and nutrient supply for plant species on bare limestone pavements. *Oecologia* 170: 305-312.
<https://doi.org/10.1007/s00442-012-2314-z>
- SCARAMUZZINO, R. 2022. Plantas inmigrantes: La percepción de las plantas exóticas en la Argentina según los botánicos. *Hist. Nat.* 12: 115-138.
- SCHIAVO, J. A., J. G. BUSATO, M. A. MARTINS & L. P. CANELLAS. 2009. Recovery of degraded areas revegetated with *Acacia mangium* and *Eucalyptus* with special reference to organic matter humification. *Sci. Agric.* 66: 353-360.
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000300010>
- SOTTILE, G. D., M. E. ECHEVERRÍA, M. A. MARCOS, F. P. BAMONTE & A. C. MAZZOLARI. 2009. Efecto del fuego sobre la composición florística de tres sierras del sistema de Tandilia. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44 (Supl.): 103.
- SOTTILE, G. D., M. E. ECHEVERRÍA, M. A. MARCOS, F. P. BAMONTE, ... & N. FERNÁNDEZ. 2011. Flora de las sierras de Mar del Plata y Balcarce: Conocer para conservar. En MASSONE, H. (ed.), *Laguna de los padres y la Brava, un recurso natural y social para cuidar y compartir*, 1a Ed (e-book). Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- SOTTILE, G. D., T. O'CONNOR, G. BURGOS HERRERA, C. P. WRAAGE & P. A. SUÁREZ. 2024. Helechos y licofitas del sudeste del Sistema de Tandilia (Buenos Aires, Argentina): composición, afinidad biogeográfica y patrones de diversidad ecológica. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 59: 345-374.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v59.n3.44744>
- SOUZA-ALONSO, P., J. RODRÍGUEZ, L. GONZÁLEZ & P. LORENZO. 2017. Here to stay. Recent advances and perspectives about *Acacia* invasion in Mediterranean areas. *Ann. For. Sci.* 74: 1-20.
<https://doi.org/10.1007/s13595-017-0651-0>
- STEIN, A., K. GERSTNER & H. KREFT. 2014. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecol. Lett.* 17: 866-880.
<https://doi.org/10.1111/ele.12277>

- TABOADA, M. A. & C. R. ALVAREZ. 2008. *Fertilidad física de los suelos* (2da ed.). Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- TERUGGI, M. E. & J. O. KILMURRAY. 1980. Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. En TURNER, J. C. M. (coord.), *Geología Regional Argentina*, tomo 2: 919-956. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- TOMAS, M., M. FARENGA, M. V. BERNASCONI, G. MARTÍNEZ, ... & P. SALGADO, P. 2005. Atlas digital del Partido de Balcarce Provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Rev. Cartográfica* 80-81: 91-102.
- TOZER, K. N., D. F. CHAPMAN, P. E. QUIGLEY, P. M. DOWLING, R. ... & J. R. SEDCOLE. 2008. Controlling invasive annual grasses in grazed pastures: Population dynamics and critical gap sizes. *J. Appl. Ecol.* 45: 1152-1159.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01500.x>
- TROLLOPE, W. S. W. & N. M. TANTON. 1986. Effect of fire intensity on the grass and bush components of the Eastern Cape Thornveld. *Afr. J. Range Forage Sci.* 3: 37-42. <https://doi.org/10.1080/02566702.1986.9648030>
- TROPICOS.ORG. 2025. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. Disponible en: <http://www.tropicos.org>.
- TUKIAINEN H., M. TOIVANEN & T. MALINIEMI. 2022. Geodiversity and biodiversity. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 530: 31-47.
- VIGLIZZO, E. F., F. C. FRANK & L. CARREÑO. 2005. Ecorregiones Pampa y Campos y Malezales. La situación ambiental en las Ecorregiones Pampa y Campos y Malezales. En: BROWN, A., U. MARTÍNEZ ORTIZ, M. ACERBI & J. CORCUETA (eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, pp. 263-273: Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- WRAAGE, C. P., M. F. ALVAREZ, M. FERNÁNDEZ HONAIN & G. D. SOTTILE. 2022. Análisis de la relación entre propiedades edáficas y diversidad vegetal en sierras del sudeste bonaerense. En: *Actas del XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Buenos Aires*, Tomo 4. Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente, Buenos Aires. <https://congreso2022.suelos.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/TOMO4-XXVIIIACS2022.pdf>.
- YARIV, S. & K. H. MICHAELIAN. 2002. Structure and surface acidity of clay minerals. En: YARIV S. & H. CROSS (eds.), *Organo-clay complexes and interactions*, pp. 1-38. CRC Press, Boca Raton.
- ZULOAGA, F. O., M. J. BELGRANO & A. M. ANTON (eds.). 2023. Flora Argentina: Flora Vascular de la República Argentina. Disponible en: <http://www.floraargentina.edu.ar/>.
- ZUUR, A. F., E. N. IENO, N. J. WALKER, A. A. SAVELIEV & G. M. SMITH. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, Nueva York.