

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Regeneración post-incendio en arbustales semiáridos: aportes desde el banco de semillas de arbustos dominantes del Parque Nacional Lihué Calel (La Pampa, Argentina)Suárez, Carla Etel¹, Rossini, María Sol^{1,2,3}, Ochoa, Ramiro¹ y Zaragoza, Franco¹¹ Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía. Laboratorio de Ecología en Ambientes Semiáridos (LEAS).² Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Administración de Parques Nacionales (APN).

@suarez@agro.unlpam.edu.ar

Recibido: 13/03/2026

Aceptado: 28/05/2026

Resumen. Los arbustales xerófilos de la Provincia Fitogeográfica del Monte constituyen uno de los principales tipos de vegetación de las regiones áridas-semiáridas del centro de Argentina y están expuestos a disturbios recurrentes por fuego. En estos sistemas, dominados por especies del género *Larrea*, la recuperación post-incendio depende principalmente del rebrote vegetativo y, potencialmente, del banco de semillas del suelo. Sin embargo, el papel de las semillas arbustivas en estos procesos ha sido escasamente estudiado. El objetivo fue explorar la composición y densidad de semillas de especies arbustivas nativas dominantes presentes en el banco en comunidades del Parque Nacional Lihué Calel (La Pampa, Argentina) con distinta historia de incendios. Además, se evaluó su relación con la estructura de la vegetación. Se seleccionaron seis sitios con diferente recurrencia de fuego (sin incendios, incendios en 2003, 2018 y combinaciones de eventos). En cada sitio se relevaron estructura y cobertura de la vegetación y se tomaron muestras de suelo para el análisis del banco de semillas arbustivas. Se identificaron semillas de cinco especies arbustivas. Los sitios con menor historia de disturbio presentaron mayor representación de estratos arbustivos superiores y mayores densidades de semillas arbustivas, mientras que en los sitios con incendios recientes- recurrentes predominó vegetación de menor porte asociada al rebrote de gramíneas, subarbustos y arbustos, junto con una marcada disminución de semillas en el banco del suelo. En el sitio con el incendio 2018 no se registraron semillas arbustivas. Además, las mayores densidades de semillas se encontraron debajo de arbustos, evidenciando la importancia de estos micrositios en la acumulación de propágulos. En conjunto, los resultados sugieren que una mayor recurrencia de incendios promovería procesos de simplificación estructural y reducir la disponibilidad de semillas arbustivas en el suelo, reforzando la importancia del rebrote vegetativo como principal mecanismo de persistencia y recuperación post-fuego en estos sistemas.

Palabras clave: banco de semillas del suelo; arbustales del Monte; regeneración post-fuego; *Larrea divaricata*.

Abstract. Post-fire regeneration in semi-arid shrublands: an approach to the seed bank of dominant shrub species in Lihué Calel National Park (La Pampa, Argentina). The xerophytic shrublands of the Monte Phytogeographic Province constitute one of the main vegetation types in the arid-semiarid regions of central Argentina and are subject to recurrent fire disturbances. In these systems, dominated by species of the genus *Larrea*, post-fire recovery depends primarily on vegetative regrowth and, potentially, on the soil seed bank. However, the role of shrub seeds in these processes has been scarcely studied. The objective was to explore the composition and density of seeds from dominant native shrub species present in the seed bank within communities of Lihué Calel National Park (La Pampa, Argentina) with different fire histories. Additionally, their relationship with vegetation structure was evaluated. Six sites with different fire recurrence patterns were selected (no fires, fires in 2003, 2018, and combinations of events). At each site, vegetation structure and cover were surveyed, and soil samples were collected for analysis of the shrub seed bank. Seeds from five shrub species were identified. Sites with a shorter history of disturbance had a higher proportion of upper shrub layers and higher densities of shrub seeds, whereas sites with recent or recurring fires were dominated by smaller vegetation associated with the regrowth of grasses, subshrubs, and shrubs, along with a marked decrease in seeds in the soil seed bank. No shrub seeds were recorded at the site of the 2018 fire. Furthermore, the highest seed densities were found beneath shrubs, highlighting the importance of these microsites in propagule accumulation. Taken together, the results suggest that increased fire recurrence would promote structural simplification processes and reduce the availability of shrub seeds in the soil, reinforcing the importance of vegetative regrowth as the primary mechanism for persistence and post-fire recovery in these systems.

Key words: soil seed bank; Monte shrublands; post-fire regeneration; *Larrea divaricata*.

Cómo citar este trabajo:

Suárez, C. E., Rossini, M. S., Ochoa, R. y Zaragoza, F. (2026). Regeneración post-incendio en arbustales semiáridos: aportes desde el banco de semillas de arbustos dominantes del Parque Nacional Lihué Calel (La Pampa, Argentina). *Semiárida*, 36(2), 17-30.

INTRODUCCIÓN

Los arbustales xerófilos de la Provincia Fitogeográfica del Monte constituyen uno de los tipos de vegetación dominantes en regiones áridas y semiáridas del centro de Argentina.

Estos sistemas están dominados por especies leñosas, principalmente del género *Larrea*, acompañadas por otros arbustos como *Chuquiraga erinacea* D. Don, *Condalia microphylla* Cav. y *Schinus* spp. L., que estructuran comunidades relativamente estables bajo condiciones de alta limitación hídrica (Oyarzabal et al., 2018). La vegetación presenta una organización espacial en parches, donde los arbustos alternan con áreas desprovistas de vegetación o con cobertura herbácea dispersa, generando mosaicos que influyen en distintos procesos ecológicos, incluida la acumulación y persistencia de semillas en el suelo (Aguir y Sala, 1999).

En estos ambientes, el fuego constituye uno de los disturbios ecológicos más relevantes, capaz de modificar la estructura, composición florística y dinámica de la vegetación (Carbone et al., 2020; Vidal-Riveros et al., 2023). La recurrencia de incendios puede alterar la estructura de las comunidades, favoreciendo sistemas dominados por gramíneas y herbáceas en detrimento de los estratos leñosos (Baudena et al., 2020; de Torres Curth, 2018). Cambios en los regímenes de fuego -particularmente en su frecuencia, extensión e intensidad- pueden modificar las trayectorias sucesionales y la resiliencia de los ecosistemas áridos y semiáridos (Kelly et al., 2020; Pausas y Keeley, 2019). Bajo incendios recurrentes, estos sistemas pueden transitar hacia estados alternativos caracterizados por menor cobertura leñosa, mayor dominancia de herbáceas y mayor continuidad de combustibles finos. En este contexto, comprender los mecanismos de regeneración posteriores al disturbio resulta clave para interpretar la resiliencia y las trayectorias de recuperación de estas comunidades.

La persistencia de las especies arbustivas frente al fuego depende principalmente del rebrote vegetativo y del reclutamiento sexual a partir del banco de semillas del suelo. En arbustales áridos, el rebrote basal constituye el mecanismo más frecuente de recuperación post-disturbio, mientras que el aporte del banco de semillas a la regeneración de especies leñosas suele ser limitado (Damascos et al., 1999; Thompson et al., 1993). Diversos estudios han señalado que muchas especies arbustivas dominantes en ambientes áridos presentan escasa formación de bancos de semillas persistentes. Sus semillas suelen ser relativamente grandes, permanecen en superficie y están expuestas a desecación, depredación y pérdida de viabilidad (Chichizola et al., 2023; Pirk, 2007; Villagra et al., 2002; Villagra et al., 2004). En consecuencia, en muchos ecosistemas áridos y semiáridos se observa un desacople entre la vegetación establecida y el banco de semillas del suelo, el cual suele estar dominado por especies herbáceas de ciclo corto, mientras que las especies leñosas aparecen escasamente representadas (Kemp, 1989; Marone et al., 2004; Thompson, 2000; Villagra et al., 2004). En *Larrea divaricata* Cav., además, se ha reportado baja germinación bajo condiciones controladas, lo que sugiere la presencia de dormición o baja viabilidad de sus semillas (Fernández et al., 2019; Inostroza, 2023). A estos factores se suma el efecto directo del fuego sobre las semillas presentes en el suelo. En esta región, los incendios ocurren frecuentemente durante el verano, coincidiendo con los períodos de floración y fructificación de muchas especies leñosas (Marco et al., 2000). Las altas temperaturas pueden provocar la mortalidad de semillas superficiales o recientemente dispersadas, reduciendo el potencial de regeneración sexual.

En los arbustales del Monte central argentino, el conocimiento sobre el banco de semillas proviene principalmente de estudios del banco germinable, generalmente dominado por especies herbáceas y gramíneas. En el Parque Nacional Lihué Calel (PNLC) se ha documentado una alta representación de estos grupos y una ausencia de especies arbustivas (Ernst et al., 2007; Rossini et al., 2023). En este contexto, la escasa información sobre la presencia de semillas de especies leñosas en el banco del suelo limita la comprensión del papel que la regeneración sexual podría desempeñar en la recuperación de los arbustales del Monte tras disturbios por fuego. Evaluar la presencia y abundancia de semillas arbustivas resulta clave para determinar si este reservorio puede contribuir a los procesos de regeneración y a la persistencia estructural de estas comunidades. Por ello, el objetivo de este trabajo fue explorar la composición y densidad de semillas de especies arbustivas dominantes presentes en el banco del suelo en comunidades semiáridas del PNLC con diferentes historias de incendio, y evaluar su relación con la estructura de la vegetación establecida. Se planteó como hipótesis que una mayor recurrencia de incendios reduce la densidad y riqueza de semillas

arbustivas en el banco del suelo, lo que limitaría el potencial aporte de la regeneración sexual a la recuperación de estas comunidades.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio corresponde al PNLC (32.514 ha), ubicado en el centro-sur de La Pampa, dentro de la Provincia Fitogeográfica del Monte (Oyarzabal et al., 2018) (Figura 1). El clima es templado semiárido, con 365 mm anuales de precipitación y marcada estacionalidad (Estación Meteorológica PNLC). El paisaje presenta sierras bajas, pedemontes escalonados y sectores de planicie con suelos arenosos, calcáreos y de escaso desarrollo (Cano et al., 1980). La vegetación dominante está compuesta por arbustales de *Larrea* spp., acompañados por arbustos como *Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl, *Chuquiraga erinacea*, *Condalia microphylla*, *Schinus* spp., entre otros, y parches con cobertura variable de gramíneas como *Nassella tenuissima* (Trin.) Barkworth, *Nassella tenuis* (Phil.) Barkworth, *Jarava ichu* Ruiz & Pav. y *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack.

Tratamientos

Desde 1983 se registraron más de 20 eventos de incendios, destacándose por su magnitud los ocurridos en 2003, 2005 y 2018 (APN, 2021). Estos incendios, junto con la variabilidad climática regional, han configurado un mosaico heterogéneo de comunidades en distintos estados sucesionales. En función de la información de base sobre la superficie mapeada para cada evento de incendio y la accesibilidad a esos lugares, quedaron definidos seis sitios con comunidades de fisonomía y composición similares: sitio testigo sin incendios (T); con un incendio en el 2003 (03); con un incendio reciente en el año 2018 (18); con dos incendios ocurridos en el 2003 y 2018 (03-18); con dos incendios en los años 2005 y 2018 (05-18) y, por último, sitio incendiado en tres oportunidades en los años 2003, 2005 y 2018 (03-05-18) (Figura 1).

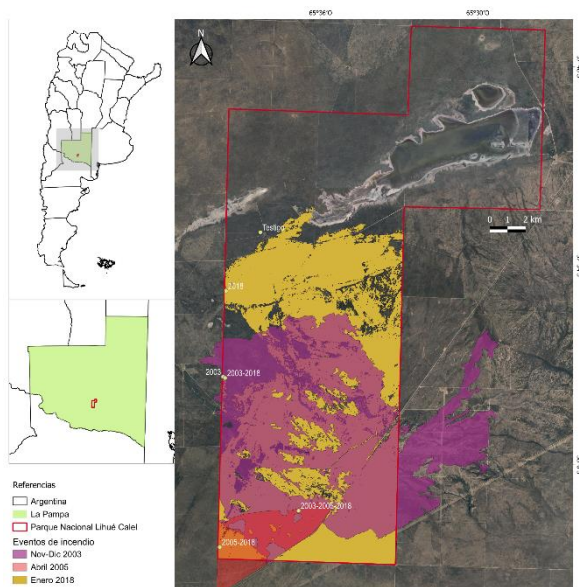


Figura 1. Ubicación de los tratamientos en base a los sitios afectados por los incendios de los años 2003, 2005 y 2018 dentro del Parque Nacional Lihú Calel, La Pampa, Argentina.

Figure 1. Location of the study sites according to fire history (2003, 2005 and 2018) in Lihú Calel National Park, La Pampa, Argentina.

Relevamiento de la vegetación

En cada sitio se establecieron dos transectas de 10×120 m (1200 m²). Dentro de cada transecta se delimitaron seis estaciones de muestreo de 10×20 m (200 m²) donde se realizaron censos florísticos (n= 6 por sitio). En cada censo se registró: estructura vertical de la vegetación por estratos

(sin considerar vegetación muerta en pie por efecto del fuego), porcentaje de cobertura total de la vegetación —estimado a partir de la proyección de la cobertura aérea de la vegetación sobre la superficie del suelo—, cobertura por especies y estratos, porcentaje de cobertura de broza y suelo sin cobertura (Batista et al., 2014; Braun-Blanquet, 1979; Müeller-Dombois y Ellenberg, 1974). Se definieron cuatro estratos verticales de vegetación: A- mayor a los 2 metros; B- entre 1 y 2 metros de altura; C- entre 0.5 a 1 metro de altura y D- menor a 0.5 metros. Todos los tratamientos afectados por el último evento de incendio (2018) presentaron una cobertura promedio de material arbustivo muerto en pie del 12 % (estimada de la misma manera que la vegetación viva). Los relevamientos se realizaron en otoño y primavera del año 2022 y 2023 para maximizar la detección de especies.

Muestreo del banco de semillas

En cada sitio se recolectaron ocho muestras compuestas de suelo ($n = 48$ en total), distribuidas por fuera de las transectas utilizadas para el relevamiento de vegetación (cercana a su límite). Cada muestra compuesta estuvo integrada por nueve submuestras obtenidas con un cilindro de 7 cm de diámetro hasta una profundidad de 4 cm, incluyendo la broza superficial (Morici et al., 2003; Piuato y Caverio-Remon, 2005; Rábida Ramos, 2016). Con el objetivo de evaluar posibles diferencias en la acumulación de semillas entre microambientes, en cada sitio se tomaron cuatro muestras compuestas debajo de arbustos y cuatro en espacios abiertos fuera de la influencia directa de arbustos. Los muestreos se realizaron al final de la temporada estival (febrero de 2023), período que coincide con el máximo ingreso de semillas al banco del suelo.

Procesamiento e identificación de semillas

Las muestras se secaron en laboratorio y se tamizaron utilizando mallas de 0,425 mm y 0,25 mm para facilitar la detección de semillas (Thompson et al., 1997). Posteriormente se aplicó la técnica de conteo directo bajo lupa binocular (Leica EZ4D y OLYMPUS SZ40). Las semillas fueron separadas manualmente del material mineral y de la broza, e identificadas mediante caracteres morfológicos externos, utilizando material de referencia (recolectado a campo) y descripciones disponibles en el Instituto de Botánica Darwinion (<http://www.darwin.edu.ar/>) para las especies arbustivas dominantes del área. Con el fin de unificar la terminología, en este estudio se empleó el término “semilla” para referirse a las unidades de dispersión registradas en el banco del suelo, independientemente de si corresponden a la semilla propiamente dicha, al fruto completo o a diásporas acompañadas por estructuras de dispersión (Thompson et al., 1997). El análisis se centró en las especies nativas dominantes del arbustal (Tabla 1). Los resultados se expresaron como densidad de semillas por unidad de superficie (semillas m^2) en los 4 cm de profundidad.

Tabla 1. Características funcionales de las especies de arbustos nativos dominantes de los arbustales del Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina*.

Table 1. Functional traits of the native dominant shrub species in the shrublands of Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina*.

Especie	Familia	Porte (m)	Tipo de fruto	Longitud de la semilla (mm)	Dispersión	Floración (Fl) /Fructificación (Fr)
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	Zygophyllaceae	1–4	Cápsula con mericarpos	3–5	Barocoria; ocasional anemocoria	Fl. oct-marzo; Fr. nov-abril
<i>Larrea nitida</i> Cav.	Zygophyllaceae	0,5–2	Cápsula con mericarpos	3–5	Barocoria	Fl. oct-nov; Fr. nov-dic
<i>Condalia microphylla</i> Cav.	Rhamnaceae	0,8–3	Drupa carnosa	6–8	Zoocoria (aves y mamíferos)	Fl. oct-dic; Fr. nov-feb
<i>Schinus fasciculata</i> (Griseb.) IM. Johnst.	Anacardiaceae	≤3	Drupa	4–5	Zoocoria (principalmente aves)	Fl. nov.; Fr. nov-dic
<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley	Anacardiaceae	0,8–1,5	Drupa	5–7	Zoocoria	Fl-Fr. nov-dic
<i>Bougainvillea spinosa</i> Cav.	Nyctaginaceae	1,5–2	Aquenio con brácteas aladas	3–4	Anemocoria	Fl. oct-dic; Fr. nov-feb
<i>Brachyclados lycioides</i> D. Don	Asteraceae	0,1–0,6	Aquenio con papus	2–3	Anemocoria	Verano
<i>Chusquea erinacea</i> Don.	Asteraceae	0,4–1,5	Aquenio con papus	3–4	Anemocoria	Ene-mar
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis var. <i>depressa</i>	Fabaceae	≤2,5	Legumbre	6–10	Zoocoria (mamíferos); ocasional barocoria	Fl. oct-ene; Fr. dic-mar

* Los tamaños de semillas corresponden a valores aproximados reportados para especies del Monte y se incluyen con fines comparativos para interpretar su potencial incorporación al banco de semillas del suelo. La información fue extraída del Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales (<https://sib.gob.ar/portada>) y de Prina et al. (2015).

* Seed sizes correspond to approximate values reported for Monte species and are included for comparative purposes to interpret their potential incorporation into the soil seed bank. Information was obtained from the Biodiversity Information System of the National Parks Administration (<https://sib.gob.ar/portada>) and from Prina et al. (2015).

Análisis de datos

Para los relevamientos florísticos se elaboró un listado de especies clasificadas según origen, tipo biológico (Raunkiaer, 1934) y ciclo de vida. La cobertura de vegetación total y de arbustos por estrato entre tratamientos se evaluaron mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis. En cuanto al banco de semillas debido al bajo número de muestras y a la elevada heterogeneidad espacial (patrón frecuente en ecosistemas áridos) los análisis se limitaron a descripciones de densidad y frecuencia relativa por especie. Finalmente se realizó un análisis de conglomerados (clúster) a dos vías basado en la densidad de semillas por especie y tratamiento, utilizando el método de Ward y distancia euclídea. Los análisis se realizaron a partir del software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2020) y PAST 4.03 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

Caracterización de la comunidad vegetal

En total se registraron 113 especies distribuidas en los distintos tratamientos según la recurrencia de incendios (Anexo). Las comunidades con menor historial de disturbio (testigo y sitio con incendio en 2003) presentaron mayor desarrollo de los estratos arbustivos superiores (>1 m) con presencia de individuos adultos vigorosos (sin rastros de afectación por incendios). En contraste, los tratamientos con incendios más recientes o con mayor recurrencia mostraron una reducción marcada de estos estratos y un aumento de la cobertura en los estratos inferiores (<1 m) por una combinación de rebrote o nuevo establecimiento de gramíneas y herbáceas y rebrote basal de arbustos. Las diferencias entre tratamientos fueron significativas para todos los estratos evaluados ($p < 0,001$) (Figura 2; Tabla 2).

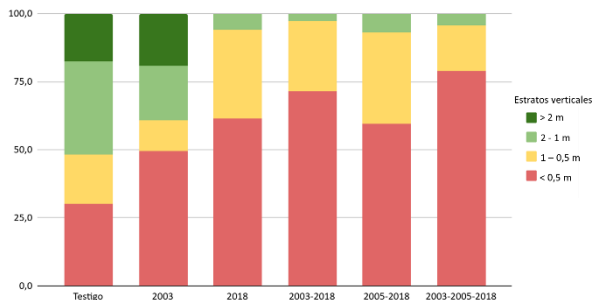


Figura 2. Cobertura de vegetación relativa por estratos verticales para los tratamientos según distinta recurrencia de incendios en el Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina.

Figure 2. Relative vegetation cover by vertical strata across treatments with different fire recurrence in Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina.

Tabla 2. Valores promedio y desvío estándar de cobertura de vegetación por estratos para los tratamientos según recurrencia de incendios en el Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina. Referencias: T- testigo, 03- incendio en el 2003, 18- incendio en el 2018, 03-18- incendios en el 2003 y 2018, 05-18- incendios en el 2005 y 2018, 03-05-18- incendios en el 2003, 2005 y 2018. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos por estratos a un valor $p < 0,05$.

Table 2. Mean values and standard deviation of vegetation cover by vertical strata across treatments with different fire recurrence in Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina. References: T – control (no recent fires); 03 – fire in 2003; 18 – fire in 2018; 03–18 – fires in 2003 and 2018; 05–18 – fires in 2005 and 2018; 03–05–18 – fires in 2003, 2005 and 2018. Different letters indicate significant differences among treatments within each stratum ($p < 0.05$).

Estratos verticales	Sitios					
	T	03	18	03-18	05-18	03-05-18
> 2m	17,62 ($\pm 3,68$) b	19,22 ($\pm 7,72$) b	0,03 ($\pm 0,07$) a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
1-2 m	34,08 ($\pm 6,29$) c	19,84 ($\pm 5,21$) bc	5,96 ($\pm 2,90$) ab	2,70 ($\pm 1,47$) a	7,07 ($\pm 5,74$) ab	4,19 ($\pm 6,61$) a
0,5-1m	18,28 ($\pm 5,71$) ab	11,31 ($\pm 2,82$) a	32,45 ($\pm 7,27$) c	25,87 ($\pm 4,94$) bc	33,47 ($\pm 6,92$) c	17,08 ($\pm 4,96$) ab
0-0,5m	30,01 ($\pm 5,22$) a	49,62 ($\pm 6,75$) ab	61,55 ($\pm 9,52$) bc	71,43 ($\pm 4,33$) c	59,45 ($\pm 11,66$) bc	78,72 ($\pm 9,00$) c

Composición y cobertura del estrato arbustivo

La cobertura de especies arbustivas entre tratamientos presentó diferencias significativas para todos los estratos ($p < 0,001$) excepto el más bajo (0-0,5m) ($p = 0,98$) (Figura 3). Los sitios testigo y con incendio en 2003 presentaron presencia de arbustos en todos los estratos verticales, mientras que en los restantes tratamientos la cobertura arbustiva se concentró principalmente en el estrato de 0,5-1 m (Figura 3). Las especies con mayor contribución porcentual fueron *L. divaricata* y *Neltuma flexuosa* var. *depressa*. La primera dominó en los sitios con menor disturbio (testigo y 2003), mientras que la segunda presentó mayor cobertura en sitios con incendios más recientes o recurrentes (Figura 4).

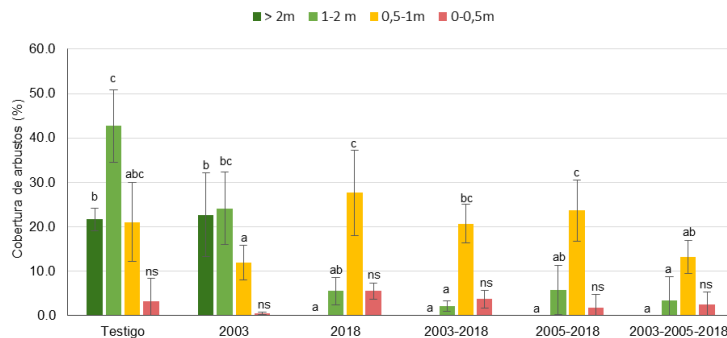


Figura 3. Cobertura y desvío estándar de especies arbustivas (%) por estratos para los tratamientos según distinta recurrencia de incendios en el Parque Nacional Lihué Cael, La Pampa, Argentina. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos por estratos a un valor $p < 0,05$ y ns- no significativo.

Figure 3. Mean cover and standard deviation of shrub species (%) by vertical strata across treatments with different fire recurrence in Lihué Cael National Park, La Pampa, Argentina. Different letters indicate significant differences among treatments within each stratum ($p < 0.05$) and ns-non significant.

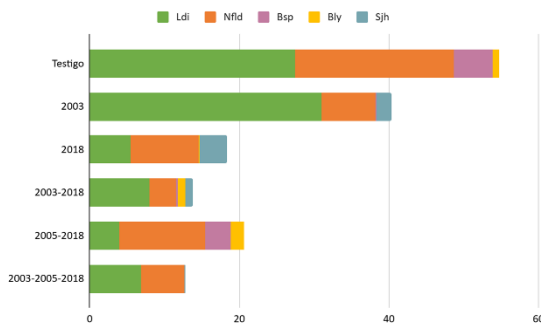


Figura 4. Cobertura de arbustos por especie para los tratamientos según distinta recurrencia de incendios en el Parque Nacional Lihué Cael, La Pampa, Argentina. Referencias: Ldi- *Larrea divaricata*, Nfld- *Neltuma flexuosa* var. *depressa*, Bsp- *Bougainvillea spinosa*, Bly- *Brachyclados lycioides*, Sjh- *Schinus johnstonii*.

Figure 4. Shrub cover by species for the treatments according to different fire recurrence in Lihué Cael National Park, La Pampa, Argentina. References: Ldi - *Larrea divaricata*, Nfld - *Neltuma flexuosa* var. *depressa*, Bsp - *Bougainvillea spinosa*, Bly - *Brachyclados lycioides*, Sjh - *Schinus johnstonii*.

Banco de semillas de especies arbustivas

En el banco de semillas del suelo se identificaron semillas correspondientes a cinco especies arbustivas: *L. divaricata*, *N. flexuosa* var. *depressa*, *Schinus* sp, *B. lycioides*, *B. spinosa*.

Se registraron semillas en todos los tratamientos excepto en el sitio incendiado en 2018. El sitio testigo presentó la mayor riqueza de especies (cuatro) y la mayor densidad promedio de semillas. El sitio con incendio en 2003 presentó tres especies y valores intermedios de densidad, mientras que los restantes tratamientos registraron entre una y tres especies con densidades más bajas (Tabla 3). La especie más frecuente en el banco fue *L. divaricata* (38 % de las muestras), seguida por *N. flexuosa* var. *depressa* (17 %), *Schinus* sp. (13 %) y *B. spinosa* y *B. lycioides* (8 % cada una). En general, las mayores densidades de semillas se registraron debajo de arbustos, mientras que en los espacios abiertos los valores fueron menores (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad de semillas (por m²) de las especies identificadas en los distintos tratamientos según recurrencia de incendios e influencia del arbusto en el Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina. Referencias: T- testigo, 03- incendio en el 2003, 18- incendio en el 2018, 03-18- incendios en el 2003 y 2018, 05-18- incendios en el 2005 y 2018, 03-05-18- incendios en el 2003, 2005 y 2018, Ldi- *Larrea divaricata*, Nfld- *Neltuma flexuosa* var. *depressa*, Bsp- *Bougainvillea spinosa*, Bly- *Brachyclados lycioides*, Ssp- *Schinus* spp; D-debajo del arbusto; A-fuera del arbusto.

Table 3. Seed density per m² of the species identified in the different treatments according to fire recurrence and shrub influence in Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina. References: T – control; 03 – fire in 2003; 18 – fire in 2018; 03–18 – fires in 2003 and 2018; 05–18 – fires in 2005 and 2018; 03–05–18 – fires in 2003, 2005, and 2018; Ldi – *Larrea divaricata*; Nfld – *Neltuma flexuosa* var. *depressa*; Bsp – *Bougainvillea spinosa*; Bly – *Brachyclados lycioides*; Ssp – *Schinus* spp.; D – under the shrub; A – outside the shrub.

Tratamientos	Especies										Total	
	Ldi		Nfld		Bsp		Bly		Ssp			
	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A
T	3026	0	1974	132	132	-	-	-	2105	-	7237	132
Promedio	1513 (±1827)		1052 (±1758)		65 (±131)		-		1052 (±1488)		3684 (±4270)	
03	-	1974	-	-	-	132	-	-	789	-	789	2105
Promedio	987 (±1259)		-		65 (±131)		-		394 (±789)		1447 (±1186)	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	-		-		-		-		-		-	
03-18	-	-	-	-	-	-	1316	-	-	-	1316	-
Promedio	-		-		-		658 (±1316)		-		658 (±1315)	
05-18	2105	-	132	-	-	-	132	-	-	-	2368	-
Promedio	1053 (±1215)		66 (±131)		-		65 (±131)		-		1184 (±1384)	
03-05-18	2632	263	-	-	-	-	-	-	-	-	2632	263
Promedio	1447 (±1449)		-		-		-		-		1447 (±1449)	

El análisis de clúster a dos vías permitió identificar tres grupos (Figura 5). El grupo 1 correspondió a los sitios con un incendio reciente y único o distante al evento anterior (2018 y 2003-2018), caracterizados por ausencia o presencia mínima de semillas arbustivas; el grupo 2 sitio testigo, con la mayor riqueza de especies y densidad de semillas; y por último el grupo 3 reunió sitios con eventos de recurrencia seguidos o con un solo evento distante (2003, 2005-2018 y 2003-2005-2018), con composición variable, pero presencia de *L. divaricata* (al igual que en el T).

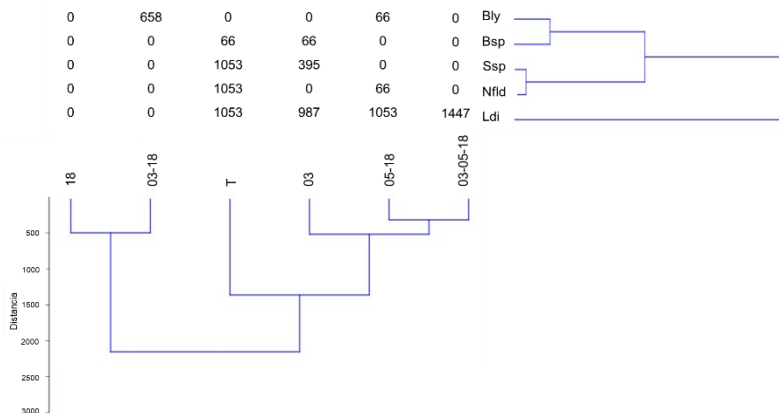


Figura 5. Análisis de conglomerados (clúster) a dos vías basado en la densidad de semillas de arbustos por especie y tratamientos según distinta recurrencia de incendios en el Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina. Referencias: T- testigo, 03- incendio en el 2003, 18- incendio en el 2018, 03-18- incendios en el 2003 y 2018, 05-18- incendios en el 2005 y 2018, 03-05-18- incendios en el 2003, 2005 y 2018, Ldi- *Larrea divaricata*, Nfld- *Neltuma flexuosa* var. *depressa*, Bsp- *Bougainvillea spinosa*, Bly- *Brachyclados lycioides*, Ssp- *Schinus* sp. (correlación cofenética: 0,7416).

Figure 5. Two-way cluster analysis based on shrub seed density by species and treatments according to different fire recurrence in Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina. References: T – control; 03 – fire in 2003; 18 – fire in 2018; 03–18 – fires in 2003 and 2018; 05–18 – fires in 2005 and 2018; 03–05–18 – fires in 2003, 2005, and 2018; Ldi – *Larrea divaricata*; Nfld – *Neltuma flexuosa* var. *depressa*; Bsp – *Bougainvillea spinosa*; Bly – *Brachyclados lycioides*; Ssp – *Schinus* sp. (cophenetic correlation: 0.7416).

En conjunto, los resultados evidenciaron un gradiente de simplificación estructural de la vegetación y de reducción del banco de semillas arbustivo asociado al incremento en la recurrencia de incendios. La integración de estos patrones se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Síntesis de los patrones estructurales de la vegetación y del banco de semillas arbustivo según la historia de incendios, en el Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina.

Table 4. Synthesis of vegetation structural patterns and the shrub seed bank in relation to fire history in Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina.

Tratamiento	Historia de incendios	Cobertura arbustiva general	Estratos dominantes	Nº especies arbustivas en banco	Densidad relativa de semillas	Observaciones
T	Sin incendios recientes	Alta	>1 m y 1-2 m	4	Alta	Mayor riqueza y densidad
03	Incendio 2003	Moderada-alta	1–2 m	3	Media	Estructura aún conservada
18	Incendio 2018	Muy baja	<1 m	0	Nula	Sin semillas registradas
03–18	Incendios 2003 y 2018	Baja	<1 m	1	Muy baja	Solo <i>B. lycioides</i>
05–18	Incendios 2005 y 2018	Baja	0.5-1 m	2–3	Baja	Dominio de <i>Larrea</i> spp.
03–05–18	Tres incendios	Baja	<1 m	1–2	Baja	Banco reducido

DISCUSIÓN

La integración de los resultados de estructura de la vegetación y del banco de semillas sugiere que la recurrencia de incendios podría estar asociada con procesos de simplificación estructural del arbustal y con una reducción en la disponibilidad de propágulos arbustivos en el suelo (Bond y Keeley, 2005; Pausas y Keeley, 2019). En conjunto, los tratamientos evaluados muestran un gradiente de cambio en la estructura de la vegetación y en el banco de semillas que acompaña el aumento en la historia de disturbios por fuego, relación que se sintetiza en el modelo conceptual presentado en la Figura 6.

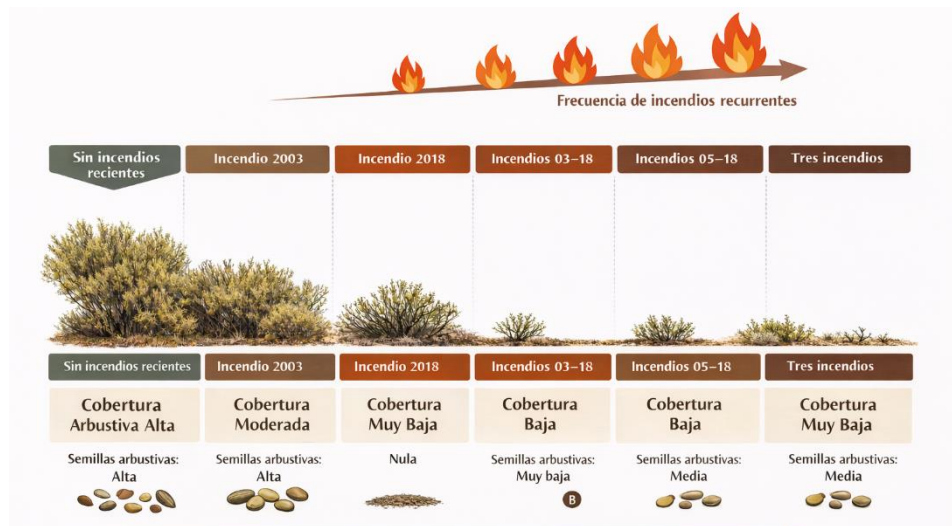


Figura 6. Representación sintética de la relación entre la historia de incendios, la estructura de la vegetación arbustiva y la importancia (densidad y riqueza) de semillas arbustivas en el banco del suelo en comunidades del Parque Nacional Lihué Calel, La Pampa, Argentina. El esquema muestra un gradiente de recurrencia de incendios asociado a una disminución en la cobertura arbustiva y en la disponibilidad de semillas arbustivas. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen generada con inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI, 2026).

Figure 6. Conceptual representation of the relationship between fire history, shrub vegetation structure, and the relative importance (density and richness) of shrub seeds in the soil seed bank in plant communities of Lihué Calel National Park, La Pampa, Argentina. The diagram illustrates a gradient of fire recurrence associated with decreasing shrub cover and reduced availability of shrub seeds. Source: Prepared by the authors based on an image generated using artificial intelligence (ChatGPT, OpenAI, 2026).

Los sitios con menor historia de disturbio mantuvieron una mayor representación de los estratos arbustivos superiores, mientras que en los tratamientos con incendios recientes o recurrentes predominó la vegetación de menor porte, asociada principalmente al rebrote de especies gramíneas, subarborescentes y arbustivas, así como al establecimiento de nuevas gramíneas y herbáceas. Este patrón coincide con lo reportado en otros ecosistemas áridos y semiáridos, donde el aumento en la frecuencia de incendios puede favorecer comunidades más abiertas y dominadas por formas de vida herbáceas o arbustivas bajas (Baudena et al., 2020; de Torres Curth, 2018; Sala y Maestre, 2014). El incremento proyectado en la frecuencia de incendios asociado a escenarios de cambio climático podría acentuar estos procesos de simplificación estructural y favorecer una mayor continuidad de combustibles finos (mayor inflamabilidad potencial) incrementando la probabilidad de nuevos eventos de fuego (Bond y Keeley, 2005; Kelly et al., 2020; Rietkerk et al., 2004).

La densidad y riqueza de especies arbustivas registradas en el banco de semillas fueron bajas en todos los tratamientos, incluso en el sitio testigo. Este resultado coincide con numerosos estudios que indican que muchas especies leñosas dominantes en ambientes áridos presentan bancos de semillas transitorios o poco persistentes, dependiendo principalmente de mecanismos de regeneración vegetativa para su permanencia en el sistema (Damascos et al., 1999; Thompson et al., 1993; Villagra et al., 2004).

Entre las especies analizadas, *L. divaricata* presentó la mayor frecuencia y densidad relativa en el banco del suelo, en concordancia con su dominancia en la vegetación aérea (Marone et al., 1998; Villagra et al., 2004). Este patrón sugiere que, dentro del conjunto de especies arbustivas presentes, tendría mayor probabilidad de incorporación de semillas al suelo. Sin embargo, la disminución de su densidad en tratamientos con mayor recurrencia de incendios indicaría que el aporte de la regeneración sexual podría verse limitado bajo regímenes de disturbio más frecuentes (Bóo et al., 1997; Marco et al., 2000).

La ausencia de semillas arbustivas en el sitio afectado por el incendio más reciente reflejaría el efecto directo del fuego sobre el banco de semillas superficial, especialmente cuando los eventos ocurren durante el período reproductivo de muchas especies leñosas del Monte. Bajo estas condiciones, las altas temperaturas alcanzadas durante los incendios pueden afectar tanto a las semillas presentes en el suelo como a las producidas durante esa temporada (Marco et al., 2000; Pausas y Keeley, 2014).

Otro patrón consistente fue la mayor acumulación de semillas debajo de arbustos en comparación con los espacios abiertos. Este resultado coincide con el concepto de “islas de fertilidad” ampliamente documentado en ecosistemas áridos, donde los arbustos actúan como estructuras que facilitan la retención de semillas y materia orgánica, generando micrositios favorables para distintos procesos ecológicos (Aguar y Sala, 1999; Gaitán et al., 2007; Saracco, 2025; Schlesinger et al., 1990). En los arbustales del Monte, este rol adquiere particular relevancia en especies dominantes como *Larrea divaricata*, considerada una especie *framework* por su capacidad de estructurar el ambiente, promover la formación de parches de recursos y generar condiciones que favorecen el establecimiento y la persistencia de otras especies (Hernández y Pérez, 2023). En consecuencia, la reducción de la cobertura arbustiva observada en sitios con mayor recurrencia de incendios podría disminuir no sólo la producción y retención de semillas, sino también la disponibilidad de condiciones microambientales favorables para su establecimiento.

En conjunto, los resultados sugieren que la regeneración sexual de las especies arbustivas dominantes tendría una contribución relativamente limitada en la dinámica post-incendio de estos arbustales, dependiendo en gran medida del rebrote vegetativo (Bond y Midgley, 2001; Pausas y Keeley, 2014). Si bien este mecanismo podría conferir resiliencia frente a disturbios aislados, su eficacia probablemente disminuiría ante mayor recurrencia de incendios. En tales condiciones, la combinación entre pérdida de cobertura arbustiva, reducción del banco de semillas y disminución de micrositios de acumulación podría incrementar progresivamente la dependencia del rebrote vegetativo para la recuperación del sistema. Asimismo, la depredación de semillas podría contribuir adicionalmente a la reducción de la densidad del banco, debido a la intensa presión de consumo

ejercida por insectos, aves y pequeños mamíferos, proceso ampliamente documentado en ecosistemas áridos y semiáridos (Pilati et al., 1997; Pirk, 2007; Souza et al., 2006). A largo plazo, estos procesos podrían favorecer trayectorias sucesionales hacia comunidades con menor cobertura arbustiva con cambios en la composición de especies y mayor vulnerabilidad frente a nuevos disturbios (Scheffer et al., 2001; Rietkerk et al., 2004).

Los resultados aportan evidencia preliminar sobre un componente poco explorado de la dinámica post-fuego en arbustales del Monte central argentino. Los patrones observados sugieren que la regeneración sexual tendría un papel relativamente restringido en la recuperación de estas comunidades tras disturbios por fuego. En escenarios de aumento en la recurrencia de incendios, esta dependencia podría comprometer progresivamente la capacidad de recuperación estructural del arbustal, especialmente cuando los intervalos entre fuegos resulten insuficientes para la recuperación de individuos adultos y la reposición del banco de semillas.

Desde una perspectiva de manejo, los resultados resaltan la importancia de considerar la recurrencia de incendios en la gestión del fuego en arbustales del Monte, ya que aumentos en la frecuencia de disturbios podrían comprometer los mecanismos de regeneración y la persistencia estructural de estas comunidades (Pausas y Keeley, 2019). En este sentido, podrían resultar clave las estrategias orientadas a la conservación de individuos rebrotantes o a la implantación de nuevos (restauración activa), reducir la recurrencia del fuego y promover ventanas temporales libres de disturbio (planes de manejo y gestión del fuego) que permitan la recuperación de individuos adultos y el restablecimiento de especies leñosas para sostener la resiliencia del sistema (Bond y Midgley, 2001; Scheffer et al., 2001). Estas medidas podrían contribuir a sostener la resiliencia del sistema y evitar procesos de degradación asociados a estados más abiertos y altamente inflamables.

Estudios futuros que integren evaluaciones de viabilidad de las semillas presentes en el banco del suelo, experimentos de germinación, seguimiento del reclutamiento y monitoreos de largo plazo permitirán profundizar en el papel del banco de semillas en la regeneración y resiliencia de estos ecosistemas frente a cambios en los regímenes de fuego.

CONCLUSIONES

Los sitios con menor historia de disturbio presentaron una mayor representación de estratos arbustivos superiores y mayores densidades de semillas arbustivas en el banco del suelo, mientras que los tratamientos con incendios recientes o recurrentes mostraron una predominancia de vegetación de menor porte y una reducción en la densidad y riqueza de semillas arbustivas. Asimismo, las mayores densidades de semillas se registraron debajo de arbustos, destacando la importancia de estos micrositios en la acumulación de propágulos. En conjunto, los resultados sugieren que una mayor recurrencia de incendios podría asociarse con procesos de simplificación estructural del arbustal y con una menor disponibilidad de semillas arbustivas en el suelo en comunidades del Monte central argentino.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Universidad Nacional de La Pampa a través del Proyecto de Investigación con Orientación Regional N° 13 (POIRE) (Resolución N° 073/22 CS UNLPam) y de la Facultad de Agronomía a través del Proyecto N° 176/22 (Resolución N° 305/22 CD-FA). Además, las y los autores agradecen especialmente al equipo de gestión y al personal técnico del Parque Nacional Lihué Calel por su continua predisposición, y a los revisores del manuscrito por sus valiosas contribuciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Parques Nacionales (APN). (2021). Plan de Manejo del Fuego. Parque Nacional Lihué Calel. IF-2021-77413184-APN-PNLCA#APNAC
- Aguilar, M. R., & Sala, O. E. (1999). Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(7), 273–277. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01612-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01612-2)

- Batista, W.B., Rolhauser, A.G., Biganzoli, F., Burkart, S.E., Goveto, L., Maranta, A., Pignataro, A.G., Morandeira, N.S., & Rabadán, M. (2014). Savanna plant community types at El Palmar National Park (Argentina). *Darwiniana*, 2(1), 5-38.
- Baudena, M., Santana, V. M., Baeza, M. J., Bautista, S., Eppinga, M. B., Hemerik, L., García Mayor, A., Rodríguez, F., Valdecantos, A., Vallejo, V. R., Vázquez, A., & Rietkerk, M. (2020). Increased aridity drives post-fire recovery of Mediterranean forests towards open shrublands. *New Phytologist*, 225(3), 1500–1515. <https://doi.org/10.1111/nph.16252>
- Bond, W. J., & Keeley, J. E. (2005). Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20 (7), 387-394. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>
- Bond, W. J., & Midgley, J. J. (2001). Ecology of sprouting in woody plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(1), 45-51. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02033-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02033-4)
- Bóo, R. M., Peláez, D. V., Bunting, S. C., Mayor, M.D., & Elía, O. R. (1997). Effect of fire on woody species in central semi-arid Argentina. *Journal of Arid Environments*, 35, 87-94. <https://doi.org/10.1006/jare.1995.0135>
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume.
- Cano, E., Casagrande, G., Conti, H., Salazar Lea Plaza, J., Peña Zubiate, C., Maldonado Pinedo, D., Martínez, H., Hevia, R., Scoppa, C., Cano, E., Fernández, B., Montes, M., Musto, J. y Pittaluga, A. (1980) Inventario integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. INTA. Provincia de La Pampa (Min. de Econ. y Asuntos Agrarios), UNLPam (Facultad de Agronomía).
- Carbone, L. M., Tavella, J. R., Naval Fernández, M. C., Bianchi, M. M., Rodríguez, J. M., Marcora, P. I., Longo, M. S., Urcelay, R. C., Jaureguiberry, P., Landi, M. A., Bravo, S. y Blackhall, M. (2020). Fuego en los ecosistemas argentinos. Sociedad Argentina de Botánica, *Folium Relatos Botánicos*, 3(6), 28-47.
- Chichizola, G. A., González, S. L. y Rovere, A. (2023). Efectos de los bordes de caminos y las plantas invasoras sobre la vegetación en pie y el banco de semillas en matorrales norpatagónicos. *Ecología Austral*, 33, 923–937. <https://doi.org/10.25260/EA.23.33.3.0.2174>
- Damascos, M. A., Ghermandi, L., & Ladio, A. H. (1999). Persistence of native species of an *Austrocedrus chilensis* forest in Patagonia, Argentina. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 25, 21–35.
- de Torres Curth, M.I. (2018). Dinámica de arbustos en la estepa norpatagónica en relación a variaciones en el clima y en la frecuencia de fuego. [Tesis de Doctorado]. Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche, Argentina. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaidd/16111>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba.
- Ernst, R., Chirino, C., Morici, E., Suárez, C., Kin, A. y Sosa, A. (2007). Recuperación a partir del banco de semillas del estrato herbáceo de un arbustal semiárido de La Pampa (Argentina). En Libro de resúmenes del IV Congreso Nacional y I Congreso del MERCOSUR sobre Manejo de Pastizales Naturales (p. 38).
- Fernández, M. E., Cony, M. A. y Passera, C. B. (2019). Temperaturas de germinación y dormición de semillas de dos especies de *Larrea* (Zygophyllaceae) del desierto del Monte, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(2), 235-247. <https://revistas.apps.sid.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCa/article/view/2692/1956>
- Gaitán, J. J., Bran, D. E. y Murray, F. (2007). Efecto de la severidad de quemado sobre la concentración de carbono orgánico en montículos e intermontículos en el Monte austral. *Ciencia del Suelo*, 25(2), 195–199. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672007000200011
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
- Hernández, J. A., & Pérez, D. R. (2023). Performance of five arid land shrub species in direct seeding: implications for seed-based restoration. *Restoration Ecology*, 32 (2), e14022 <https://doi.org/10.1111/rec.14022>
- Inostrosa, T. (2023). Germinación post incendios: El efecto de las altas temperaturas en dos especies representativas del noreste patagónico. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/9942>
- Kelly, L. T., Giljohann, K. M., Duane, A., Aquilué, N., Archibald, S., Batllori, E., Bennett, A. F., Buckland, A. T., Canelles, Q., Clarke, M. F., Fortin, M. J., Hermoso, V., Herrando, S., Keane, R. E., Lake, F. K., McCarthy, M. A., Morán-Ordóñez, A., Parr, C. L., Pausas, J. G., Penman, T. D., Regos, A., Rumpff, L., Santos, J. L., Smith, A. L., Syphard, A. D., Tingley, M. W., & Brotons, L. (2020). Fire and biodiversity in the Anthropocene. *Science*, 370, eabb0355. <https://doi.org/10.1126/science.abb0355>
- Kemp, P. R. (1989). Seed banks and vegetation processes in deserts. En M. A. Leck, V. T. Parker, R. L. Simpson (Eds.), *Ecology of soil seed banks* (pp. 257–281). Academic Press.
- Marco, D. E., Páez, S. A., y Páez, M. (2000). Soil seed banks in Chaco vegetation. *Journal of Arid Environments*, 44, 1–11.
- Marone, L., López de Casenave, J., & Cueto, V. R. (1998). Granivory in southern South American deserts: conceptual issues and current evidence. *BioScience*, 48(2), 123–132. <https://doi.org/10.2307/1313153>
- Marone, L., Rossi, B. E., & Horno, M. E. (2004). Timing and spatial patterning of seed dispersal and redistribution in a South American warm desert. *Plant Ecology*, 172, 143-150. <https://www.academia.edu/>

[6988896/Timing and spatial patterning of seed dispersal and redistribution in a South American warm desert](#)

- Morici E., Ernst, R., Kin, A., Estelrich, H. D. Mazzola, M. y Poey, S. (2003). Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Archivos de Zootecnia*, 52, 59-66.
- Müeller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). Vegetation types: a consideration of available methods and their suitability for various purposes. International Biological Program Technical Report, 47p.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, H. M., Aragón, R., Campanello, P. I., Prado, D., Oesterheld, M. y León, R. J. C. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28, 40–63. DOI: <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399>
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem service. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17, 289–295. <https://doi.org/10.1002/fee.2044>
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2014). Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, 204(1), 55–65. <https://doi.org/10.1111/nph.12921>
- Pilati, A., Quirán, E. M. y Estelrich, H. D. (1997). Actividad forrajera de *Acromyrmex lobicornis* Emery (Hymenoptera: Formicidae) en un pastizal natural semiárido de la provincia de La Pampa (Argentina). *Ecología Austral*, 7, 49–56. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v007_n02_p049.pdf
- Pirk, G. I. (2007). Granivoría por hormigas del género *Pogonomyrmex* en el Monte Central. [Tesis doctoral]. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Piudo, M. J. y Caveró-Remón, R. (2005). Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, densidad y profundidad de muestreo. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 16, 71–85.
- Prina, A., Muiño, W., González, M., Tamame, A., Beinticincio, L. y Saravia, V. (2015). Guía de plantas del Parque Nacional Lihué Calef. Subsecretaría de Ecología de La Pampa.
- Rábida Ramos, G. V. (2016). Comparación de la composición del banco de semillas del suelo y su variación temporal en dos unidades de paisaje en el sistema de médanos del NE del departamento de Lavalle, Mendoza. [Tesis de grado]. Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo. Mendoza.
- Raunkjær, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press.
- Rietkerk, M., Dekker, S. C., De Ruiter, P. C., & Van de Koppel, J. (2004). Self-organized patchiness and catastrophic shifts in ecosystems. *Science*, 305, 1926–1929. <https://doi.org/10.1126/science.1101867>
- Rossini, M. S., Herlein, F., Torroba, D., Alaniz, I., Ernst, R. D., Morici, E. F. A., Estelrich, H. D. y Suárez, C. S. (2023). Aportes desde el banco de semillas a la invasibilidad de arbustales de jarilla con distinta recurrencia de incendios. En Libro de resúmenes de la 3º Reunión Argentina de Biología de Semillas (p. 44).
- Sala, O. E., & Maestre, F. T. (2014). Grass–woodland transitions: determinants and consequences for ecosystem functioning and provisioning of services. *Journal of Ecology*, 102(6), 1357–1362. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12326>
- Saracco, F. S. (2025). Servicios ecosistémicos brindados por los arbustos en un sistema silvopastoril del Chaco Semiárido [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J., Folke, C., & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413, 591–596. <https://doi.org/10.1038/35098000>.
- Schlesinger, W. H., Reynolds, J. F., Cunningham, G. L., Huenneke, L. F., Jarrell, W. M., Virginia, R. A., & Whitford, W. G. (1990). Biological feedbacks in global desertification. *Science*, 247, 1043–1048.
- Souza, M., Maia, F. C. y Pérez, M. A. (2006). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*, 23(1), 33–44. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-98X2006000100005
- Thompson, K. (2000). The functional ecology of soil seed banks. En M. Fenner (Ed.), *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities* (pp. 215–235). 2nd ed. CABI.
- Thompson, K., Bakker, J. P., & Bekker, R. M. (1997). *The soil seed banks of north-west Europe: Methodology, density and longevity*. Cambridge University Press.
- Thompson, K., Band, S. R. & Hodgson, J. G. (1993). Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7(2), 236–241.
- Vidal-Riveros, C., Souza-Alonso, P., Bravo, S., Laino, R., & Ngo Bieng, M. A. (2023). A review of wildfires effects across the Gran Chaco region. *Forest Ecology and Management*, 549(2023), 121432. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121432>
- Villagra, P. E., Cony, M. A., Mantován, N. G., Rossi, B. E., González Loyarte, M. M., Villalba, R. y Marone, L. (2004). Ecología y manejo de los algarrobales de la provincia fitogeográfica del Monte. En M. F. Arturi, J. L. Frangi y J. F. Goya (Eds.), *Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina* (pp. 1–32). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Villagra, P. E., Marone, L., & Cony, M. A. (2002). Mechanisms affecting the fate of *Prosopis flexuosa* seeds during secondary dispersal in the Monte Desert. *Austral Ecology*, 27, 416–421.

Anexo. Listado florístico de las especies identificadas en los distintos sitios según recurrencia de incendios. Referencias: T- testigo, 03- incendio en el 2003, 18- incendio en el 2018, 03-18- incendios en el 2003 y 2018, 05-18- incendios en el 2005 y 2018, 03-05-18- incendios en el 2003, 2005 y 2018, O- origen (N- nativo; E- exótico), TB- tipo biológico (F- fanerófito, C- caméfito, H- hemcriptófito- T- terófito, G- geófito), CV- ciclo de vida (P- perenne, A- anual).

Appendix. Floristic list of species identified at the different sites according to fire recurrence. References: T – control; 03 – fire in 2003; 18 – fire in 2018; 03–18 – fires in 2003 and 2018; 05–18 – fires in 2005 and 2018; 03–05–18 – fires in 2003, 2005, and 2018. O – origin (N – native; E – exotic); TB – biological type (F – phanerophyte; C – chamaephyte; H – hemicryptophyte; T – therophyte; G – geophyte); CV – life cycle (P – perennial; A – annual).

Especies	Sitios	T	03	18	03-18	05-18	03-05-18	O	TB	CV
Estrato > 2 m										
<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl		X	X					N	F	P
<i>Chuquiraga erinacea</i> D. Don			X					N	C	P
<i>Condalia microphylla</i> Cav.		X	X		X			N	F	P
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart				X				N	F	P
<i>Larrea divaricata</i> Cav.		X	X	X	X			N	F	P
<i>Larrea nitida</i> Cav.		X						N	F	P
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero			X					N	F	P
<i>Lycium gilliesianum</i> Miers		X	X					N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis		X	X					N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis var. <i>depressa</i>		X	X		X			N	F	P
Estrato 1-2 m										
<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl		X				X		N	F	P
<i>Brachyclados lycioides</i> D. Don		X			X			N	C	P
<i>Chuquiraga erinacea</i> D. Don		X	X	X	X			N	C	P
<i>Condalia microphylla</i> Cav.		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart			X				X	N	F	P
<i>Larrea divaricata</i> Cav.		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Larrea nitida</i> Cav.		X		X		X		N	F	P
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero		X	X		X	X	X	N	F	P
<i>Lycium gilliesianum</i> Miers		X	X			X	X	N	F	P
<i>Prosopidastrum angusticarpum</i> R.A. Palacios & Hoc		X	X					N	C	P
<i>Neltuma caldenia</i> (Burkart) C.E. Hughes & G.P. Lewis			X					N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis		X	X	X				N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis var. <i>depressa</i>		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Schinus fasciculata</i> (Griseb.) I.M. Johnston			X					N	F	P
<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley			X	X	X			N	F	P
Estrato 0,5-1 m										
<i>Troncosoa seriphoides</i> (A. Gray) N. O'Leary & P. Moroni		X	X	X			X	N	C	P
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc.						X	X	N	F	P
<i>Brachyclados lycioides</i> D. Don		X		X	X	X		N	C	P
<i>Rhamphopetalum microphyllum</i> (Griseb.) J.F.B. Pastore & M. Mota			X			X		N	C	P
<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl		X		X	X	X		N	F	P
<i>Cereus aethiops</i> Haw.		X						N	S	P
<i>Chuquiraga erinacea</i> D. Don		X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Condalia microphylla</i> Cav.		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Ephedra ochreate</i> Miers			X	X	X	X		N	H	P
<i>Fabiana peckii</i> Niederl.			X					N	C	P
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart			X				X	N	F	P
<i>Mulgueraea aspera</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) N. O'Leary & P. Peralta			X	X	X	X		N	C	P
<i>Junellia connatibracteata</i> (Kuntze) Moldenke			X	X		X		N	C	P
<i>Larrea divaricata</i> Cav.		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Larrea nitida</i> Cav.		X	X		X	X	X	N	F	P
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero		X	X	X		X	X	N	F	P
<i>Lycium gilliesianum</i> Miers		X	X	X		X	X	N	F	P
<i>Prosopidastrum angusticarpum</i> R.A. Palacios & Hoc			X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Neltuma caldenia</i> (Burkart) C.E. Hughes & G.P. Lewis				X	X			N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis var. <i>depressa</i>		X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Schinus fasciculata</i> (Griseb.) I.M. Johnston				X	X		X	N	F	P
<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley			X	X	X			N	F	P
<i>Senecio pampeanus</i> Cabrera		X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Senna aphylla</i> (Cav.) H.S. Irwin & Barneby			X	X				N	C	P
Estrato 0-0,5 m										
<i>Amelichloa brachychaeta</i> (Godr.) Arriaga & Barkworth			X	X			X	N	H	P
<i>Aristida mendocina</i> Phil.		X	X	X	X			N	H	P
<i>Aristida subulata</i> Henrard		X	X	X	X	X		N	H	P
<i>Asclepias melliodora</i> A. St.-Hil.				X			X	N	C	P
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.			X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Baccharis danwinii</i> Hook. & Arn.				X				N	C	P
<i>Baccharis gilliesii</i> A. Gray		X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Baccharis melanopotamica</i> Speg.		X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.		X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn.		X	X	X		X		N	C	P
<i>Xiphodesma anthemoides</i> (Juss.) Pozner & Zijlstra		X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Baccharis tenella</i> Hook. & Arn.				X				N	C	P
<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl				X		X		N	F	P
<i>Brachyclados lycioides</i> D. Don			X		X	X		N	C	P
<i>Bromus catharticus</i> Vahl			X	X	X	X	X	N	T	A
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi			X					N	H	P
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		X			X			E	T	A
<i>Centaurea solstitialis</i> L.			X			X	X	E	T	A

<i>Cereus aethiops</i> Haw.	X						N	S	P
<i>Chenopodium album</i> L.	X				X		E	T	A
<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	X						E	T	A
<i>Chuquiraga erinacea</i> D. Don	X	X	X	X	X		N	C	P
<i>Condalia microphylla</i> Cav.			X	X		X	N	F	P
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	X	X	X	X	X	X	N	T	A
<i>Daucus pusillus</i> Michx.		X	X	X	X	X	N	T	A
<i>Descurainia erodifolia</i> (Phil.) Prantl ex Reiche				X			N	T	A
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard	X	X	X	X		X	N	H	P
<i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	X			X	X	X	E	T	A
<i>Distichlis scoparia</i> (Kunth) Arechav.			X			X	N	H	P
<i>Ephedra ochreate</i> Miers		X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Eragrostis lugens</i> Nees				X	X		N	H	P
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	X	X	X	X	X	X	E	T	A
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav. subsp. <i>sativa</i> (Mill.) Thell.						X	E	T	A
<i>Euphorbia serpens</i> Kunth			X	X			N	H	P
<i>Fabiana peckii</i> Niederl.		X					N	C	P
<i>Gaillardia megapotamica</i> (Spreng.) Baker	X	X		X	X	X	N	H	P
<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.	X	X	X	X			N	T	A
<i>Gamochaeta peregrina</i> (Beauverd) S.E. Freire & Anderb.			X				N	T	A
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart				X		X	N	F	P
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small	X		X	X	X	X	N	H	P
<i>Grindelia pulchella</i> Dunal	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i> (DC.) Anderb.				X	X		N	T	A
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.						X	E	T	A
<i>Hoffmannseggia glauca</i> (Ortega) Eifert		X	X	X	X		N	H	P
<i>Hordeum stenostachys</i> Godr.	X						N	H	P
<i>Hysterionia jasionoides</i> Willd.	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	X	X	X	X		X	N	H	P
<i>Mulgurea aspera</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) N. O'Leary & P. Peralta			X	X	X		N	C	P
<i>Mulgurea ligustrina</i> (Lag.) N. O'Leary & P. Peralta		X					N	C	P
<i>Junellia seriphoides</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Moldenke	X	X	X	X	X		N	C	P
<i>Lactuca semiola</i> L.				X	X		E	H	P
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	X	X	X	X		X	N	F	P
<i>Larrea nitida</i> Cav.	X		X				N	F	P
<i>Lecanophora ecrinata</i> (A. Gray) Krapov.	X		X	X	X	X	N	T	A
<i>Lecanophora heterophylla</i> (Cav.) Krapov.			X	X	X		N	T	A
<i>Leptochloa crinita</i> (Lag.) P.M. Peterson & N.W. Snow	X	X	X				N	H	P
<i>Nuttallanthus canadensis</i> (L.) D.A. Webb						X	E	H	P
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero	X	X	X	X	X	X	N	F	P
<i>Lycium gilliesianum</i> Miers	X			X	X	X	N	F	P
<i>Margaritacarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	X	X		X			N	C	P
<i>Marrubium vulgare</i> L.		X				X	E	H	P
<i>Medicago minima</i> (L.) Bartal.		X	X	X	X	X	E	T	A
<i>Melica argyrea</i> Hack.	X		X			X	N	H	P
<i>Menodora linoide</i> s Phil.						X	N	H	P
<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Nassella trichotoma</i> (Nees) Hack. ex Arechav.		X	X				N	H	P
<i>Nierembergia aristata</i> D. Don		X	X			X	N	H	P
<i>Opuntia</i> sp.		X					N	S	P
<i>Panicum urvilleanum</i> Kunth				X			N	H	P
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	X						E	T	A
<i>Pappophorum caespitosum</i> R.E. Fr.	X						N	H	P
<i>Pappostipa speciosa</i> (Trin. & Rupr.) Romasch.		X	X		X		N	H	P
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.				X	X	X	N	T	A
<i>Piptochaetium napostaense</i> (Speg.) Hack.	X	X	X	X		X	N	H	P
<i>Plantago patagonica</i> Jacq.	X	X	X	X	X	X	N	T	A
<i>Poa lanuginosa</i> Poir.	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud.	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Prosopidistrum angusticarpum</i> R.A. Palacios & Hoc		X	X	X	X		N	C	P
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis var. <i>depressa</i>	X		X	X	X	X	N	F	P
<i>Rhodophiala mendocina</i> (Phil.) Ravenna					X		N	G	P
<i>Salsola kali</i> L.	X				X	X	E	T	A
<i>Schinus fasciculata</i> (Griseb.) I.M. Johnston						X	N	F	P
<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley	X			X			N	F	P
<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.	X	X	X	X	X		E	T	A
<i>Senecio ceratophylloides</i> Griseb.		X					N	C	P
<i>Senecio pampeanus</i> Cabrera	X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Senna aphylla</i> (Cav.) H.S. Irwin & Barneby	X	X	X	X		X	N	C	P
<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Setaria pampeana</i> Parodi ex Nicora				X			N	H	P
<i>Sisymbrium irio</i> L.				X		X	E	T	A
<i>Solanum chacoense</i> Bitter	X	X				X	N	H	P
<i>Solanum juvenale</i> Thell.		X	X	X			N	H	P
<i>Solanum triflorum</i> Nutt.	X		X				N	H	P
<i>Sphaeralcea mendocina</i> Phil.	X	X	X	X		X	N	H	P
<i>Sphaeralcea crispata</i> Hook. & Baker f.	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Sporobolus cryptandrus</i> (Torr.) A. Gray	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	X		X				E	T	A
<i>Thelesperma megapotamicum</i> (Spreng.) Kuntze	X	X	X	X	X	X	N	H	P
<i>Trichocline sinuata</i> (D. Don) Cabrera	X		X		X		N	H	P
<i>Troncosoa seriphoides</i> (A. Gray) N. O'Leary & P. Moroni	X	X	X	X	X	X	N	C	P
<i>Vulpia</i> sp.	X	X				X	E	T	A