

Biología poblacional de la especie tóxica para el ganado *Phalaris angusta* Nees ex Trin.

Suárez, Carla Etel¹, Sánchez Rinaldi, Branko¹, Arrigone Ghizzo, Rixio¹, Fioravanti, Italo Valentín¹, Rossini, María Sol³, Ernst, Ricardo Daniel², Morici, Ernesto Francisco Atilio^{1,2}, Estelrich, Héctor Daniel¹

1 Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa

2 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Administración de Parque Nacionales (CONICET-APN)

@suarez@agro.unlpam.edu.ar

Recibido: 05/09/2023

Aceptado: 08/12/2023

RESUMEN. *Phalaris angusta* (alpistillo) es una especie nativa presente en los ecosistemas de la región semiárida central de Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos aspectos demográficos que incluyeron germinación y banco de semillas. El trabajo se desarrolló en el Establecimiento Pichi-Carhué, en el centro-este de La Pampa. En una clausura se realizó el seguimiento de dos cohortes de alpistillo de julio a diciembre de 2019, una se desarrolló en un área soleada y otra en un área sombreada. Se evaluaron atributos vegetativos y reproductivos. Además, se determinó el banco de semillas total y germinable en dos momentos (pre y pos-diseminación). Por último, se evaluó la germinación de semillas cosechadas. No hubo diferencias en las curvas de supervivencia para ambas cohortes. Los indicadores de fecundidad: número de panojas/flores/semillas por planta fueron mayores para la cohorte al sol. Las áreas sombreadas favorecieron los estados vegetativos del alpistillo mientras que las soleadas los reproductivos. El banco de semillas siempre fue mayor para las áreas soleadas. La germinación del banco de semillas presentó una viabilidad del 45 % y un porcentaje de germinación cercano al 55 %.

PALABRAS CLAVE: alpistillo; banco de semillas; demografía de plantas; germinación; toxicidad en ganado.

ABSTRACT. *POPULATION BIOLOGY OF THE LIVESTOCK-TOXIC SPECIES PHALARIS ANGUSTA NEES EX TRIN.* The native species *Phalaris angusta* (alpistillo) is present in the ecosystems of the Argentina central semi-arid region. The objective of this work was to evaluate some demographic aspects as germination and seed bank. The work was carried out at the Pichi-Carhué Establishment, in La Pampa center-east. In a closure, two cohorts were followed up from July to December 2019, one located in a sunny area and the other in a shaded area. Vegetative and reproductive attributes were evaluated. In addition, the total and germinable seed bank was determined at two moments (pre and post-dissemination). Finally, the germination of harvested seeds was evaluated. There were differences in the survival curves for both cohorts. The fecundity indicators: number of panicles/flowers/seeds per plant were higher for the sun exposed cohort. The shaded areas favored the vegetative stages of the alpistillo, while the sunny ones the reproductive ones. The seed bank was always greater for the sunny areas. The germination of the seed bank presented a viability of 45% and a germination percentage close to 55%.

KEY WORDS: cattle toxicity; germination; narrow canarygrass; plant demography; seed bank.

INTRODUCCIÓN

Phalaris angusta Nees ex Trin. o alpistillo, es una especie nativa de la familia de las Poaceas, cuya distribución va desde el Sur de USA, hasta Chile y Argentina (Rúgolo de Agrazar, Steibel y Troiani, 2005). En la provincia de La Pampa ha

aumentado su área de distribución desde zonas de serranías y bajos húmedos (Cano et al., 1980; Cano, 1988; Prina et al., 2015; Troiani et al., 1993). Actualmente se la encuentra en caldenales y, además, ha sido registrada con altos valores de cobertura y una importante contribución en el banco de semillas del suelo en fachinales intervenidos o incendiados (Campos et al., 2019; Ernst et al., 2018; Ernst et al., 2020; Rollhauser y Uhaldegaray, 2015; Suárez et al., 2018; Suárez et al., 2019; Suárez et al., 2022). De esta manera, se ha observado

Cómo citar este trabajo:

Suárez, C. E., Sánchez Rinaldi, B. Arrigone Ghizzo, R. Fioravanti, I. V., Rossini, M. S., Ernst, R. D., Morici, E. F. A., y Estelrich, H. D. (2023). Biología poblacional de la especie tóxica para el ganado *Phalaris angusta* Nees ex Trin. *Semiárida*, 33(2), 43-55.



que la especie se comporta como pionera en aquellos lugares donde la comunidad vegetal ha sufrido algún disturbio de alta intensidad, como tala, incendio o rolado con la destrucción total o parcial de los estratos arbóreos (Rollhauser y Uhaldegaray, 2015). Cabe mencionar que también se ha registrado, en picadas corta fuegos que fueron repasadas la estación anterior, como especie dominante con una gran producción de fitomasa aérea y de semillas (C. Suárez, com pers).

Algunos aspectos para destacar de esta especie están vinculados a la frecuencia irregular de aparición en los pastizales y estratos gramíneos herbáceos del caldenal donde se presentan grandes manchones muy densos en determinados años y ausencia total en otros, teniendo un comportamiento bastante variable y estocástico; y a la toxicidad que posee que no siempre se manifiesta con signos de intoxicación en el ganado doméstico. Dicha toxicidad se debe a la presencia de alcaloides derivados del aminoácido triptófano compuestos químicos comunes en el género *Phalaris* (Odriozola et al., 1991). Si bien existe poca información sobre la acumulación de los alcaloides, en otras especies de este género se ha evidenciado una mayor concentración en láminas y vainas respecto al resto de la planta (Marten, 1973), aún más en el rebrote vegetativo joven (Woods y Clark, 1971).

Así como numerosos trabajos mencionan a esta especie como tóxica para el ganado (García y Capelli, 2016; Job Serodio, 2011; Odriozola et al., 1991; Odriozola, 2015;), muchos otros (incluso contemporáneos) solo indican su buena calidad forrajera (Rodríguez et al., 2016; Rossi, 2014; Rossi et al., 2009). De alguna manera, esto evidencia que no siempre la toxicidad de la especie ha sido percibida por el productor en su manifestación de intoxicación y hasta muerte del ganado (Job Serodio, 2011; Odriozola et al., 1991; Odriozola, 2015). El hecho de formar parte de la flora nativa de los pastizales de la región (Cano et al., 1980; Prina et al., 2015; Traverso et al., 2005; Troiani et al., 1993) sugiere que con seguridad ha sido consumida junto con otras especies por lo que la toxicidad no se habría manifestado. En este sentido, su presencia en estas áreas podría ser un

complemento en la producción ganadera. Sin embargo, los altos índices de toxicidad y mortalidad de ganado observados durante los últimos años (Miranda et al., 2017) por el consumo de esta especie podrían estar relacionados con su dominancia en la comunidad del pastizal -su importancia en la dieta del ganado-, y el manejo del pastoreo.

Las intoxicaciones se pueden presentar en cualquier momento del año siendo diversos los factores que se han relacionado con el aumento del contenido de estos metabolitos en la planta o de aquellos que pueden intervenir en la manifestación de la toxicidad.

Las situaciones de toxicidad en el ganado pueden depender de la conjugación de varios factores ya sean vinculados a la planta, al ambiente o al animal. Entre los dos primeros, se puede mencionar el estado fenológico, órgano de la planta, el rápido crecimiento (o rebrote) posterior a intensas lluvias precedido por sequías o heladas extremas (situaciones de estrés para la planta) (Bourke, 1998), la fertilidad del suelo (contenido de algunos minerales como Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Potasio, Magnesio, Boro, Calcio, Cobalto) y la radiación solar incidente (reducción por nubosidad o sombreado por canopeo) (Anaya Lang, 2003; Gallagher et al., 1966;). En cuanto a los vinculados al animal, se encuentran la selectividad de pastos que podrían ser forrajeros pero tóxicos y el manejo del rodeo con altas cargas que obliguen al ganado a ingerir todo tipo de pastos (no selectividad), entre los que se podrían hallar especies tóxicas que en otras situaciones serían evitadas (Avendaño Reyes y Flores Gudiño, 1999), entre otros.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, adquieren relevancia los estudios sobre la demografía de estas especies problemáticas, ya que incluyen aspectos del banco de semillas, el establecimiento de plántulas, el crecimiento (asignación a estructuras vegetativas y reproductivas), la floración y fructificación (Harper, 1990; Silvertown y Doust, 1997). En el caso particular del alpistillo es interesante conocer de qué manera influye el canopeo sobre el desarrollo de sus poblaciones dado su posibilidad de uso forrajero y sus explosiones demográficas variables. Por ello, el objetivo de

este trabajo fue contribuir al conocimiento de la ecología poblacional de esta especie a partir de la evaluación de algunos aspectos demográficos que incluyeron germinación y banco de semillas.

METODOLOGÍA

Descripción del área

El trabajo se desarrolló en el establecimiento Pichi Carhué, cercano a la localidad de Doblás, La Pampa (37° 8'19.06"S; 64° 6'2.38"O) (Figura 1).

En marzo de 2019 se seleccionó un potrero que previamente había sido utilizado por un rodeo vacuno que padeció intoxicación atribuida a *P. angusta* (mortalidad de 280/600 cabezas). Allí se establecieron los ensayos poblacionales con el seguimiento de dos cohortes a campo y la evaluación del banco de semillas de la especie. La vegetación presente en el potrero fue la resultante de la regeneración a partir de un incendio de gran intensidad (ocurrido en el año 2018) por lo cual el antiguo bosque abierto de *Neltuma caldenia* (caldén) fue reemplazado por una comunidad compuesta por renuevos y rebrotes basales de caldén, molle (*Schinus fasciculata*) y piquillín (*Condalia microphylla*). El estrato gramíneo herbáceo presentó una alta contribución en cobertura de *P. angusta* y otras gramíneas como *Bromus catharticus* y *Amelichloa brachychaeta*. En cuanto a las herbáceas se registraron en mayor cantidad *Carduus nutans* y *Chenopodium album*.

Las precipitaciones para 2019 y 2020 se concentraron en primavera y otoño, con escasos valores registrados durante el invierno. El total de lluvias para el 2019 fue de 269 mm (promedio para la zona 550-600 mm.año⁻¹). Para el año 2020 las precipitaciones totales fueron próximas a la media y superaron los 500 mm (Policia de la provincia de La Pampa, 2021).

Seguimiento de la población

El área donde se realizó el seguimiento poblacional fue clausurada a fin de evitar el pastoreo por parte del ganado (aproximadamente 2 has). Allí, se seleccionaron áreas soleadas y sombreadas para el seguimiento de las cohortes correspondientes. Las áreas sombreadas fueron aquellas donde la proyección en el plano horizontal de los estratos leñosos sombreó prácticamente todo el día alcanzando un 80 % de intercepción de luz. Por otra parte, las áreas soleadas presentaron una intercepción entre un 5 y 10 %. Este escenario permitió plantear 2 tratamientos: Cohorte de área soleada y Cohorte de área sombreada.

El ciclo de la especie es otoño-inverno-primaveral. Se establece en invierno, su floración se produce en primavera -entre septiembre y noviembre- y la fructificación va de octubre a enero (Cano, 1988) (Figura 2).

Al inicio del seguimiento de la población se colocaron, sobre la superficie del suelo, aros de 11 cm de diámetro por 1 cm de alto. Los

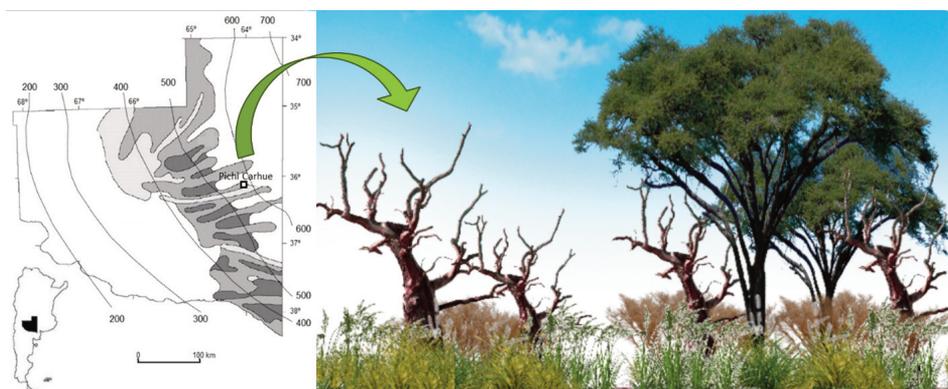


Figura 1. Ubicación del Establecimiento y esquema del área donde se desarrollaron las cohortes de sol y de sombra de *Phalaris angusta*.

Figure 1. Farm location and diagram of the area where the sun and shade *Phalaris angusta* cohorts developed.

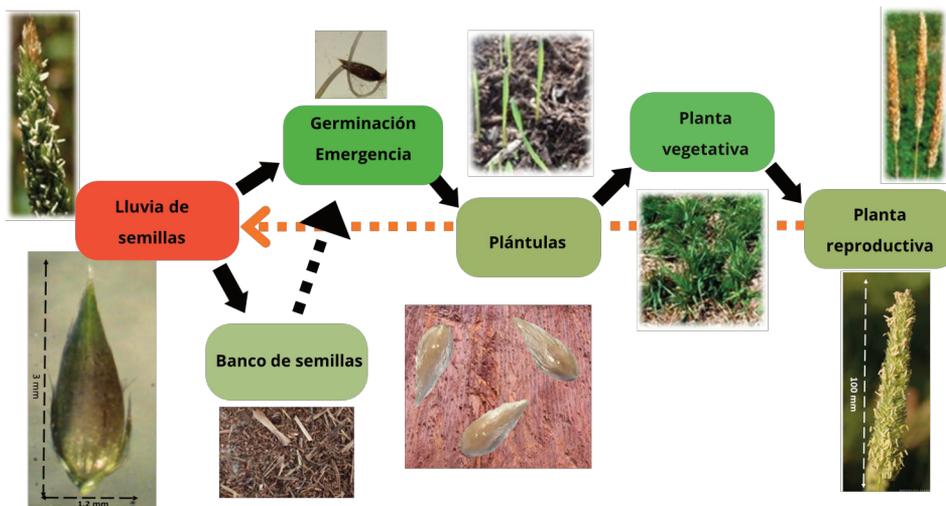


Figura 2. Estadios del ciclo de vida de *Phalaris angusta*. Referencias: flecha color naranja-lluvia de semillas-diásporas- con aporte al banco (entradas); flecha con línea punteada - activación y germinación de semillas desde el banco (salidas); flechas continuas- transición entre estados fenológicos

Figure 2. *Phalaris angusta* life cycle stages. References: orange arrow-rain of seeds- diásporas- with contribution to the bank (receipts); arrow with dotted line - activation and germination of seeds from the bank (outputs); solid arrows- transition between phenological stages.

individuos que conformaron la cohorte correspondieron al estado fenológico de plántula (con no más de dos hojas) y la densidad inicial por aro estimada fue de 102, 5 (DE 46) y de 112,7 (DE 33,8) para las cohortes de sol y sombra respectivamente. Este procedimiento se hizo para la cohorte que se desarrolló al sol y la de sombra (N= 160; n= 80). Para cada tratamiento, mensualmente de julio a diciembre del 2019, se colectaron 10 aros mediante el método extractivo. En laboratorio, se identificaron y contaron los individuos de alpastillo, clasificándolos en vivos y muertos. Además, se realizó la medición de la altura, el conteo de láminas y macollos por planta. Para el estado reproductivo se contabilizó, también, la cantidad de panojas, flores y semillas producidas por planta (fecundidad= mx).

Se calcularon, el índice de asignación reproductivo (Ar) y el éxito reproductivo (Er) para la población.

$$Ar = \frac{\text{densidad de plantas en estado reproductivo}}{\text{densidad de plántulas}} \times 100$$

$$Er = \frac{\text{n}^\circ \text{ promedio de semillas por planta}}{\text{n}^\circ \text{ promedio de flores por planta}} \times 100$$

Donde: el n° promedio de semillas fue considerado a partir de aquellas aparentemente viables.

El Ar permitió establecer para cada cohorte una relación entre el estado reproductivo y el vegetativo (a partir del estado de plántula) (adaptado a partir de Bazzaz et al., 2000; Suárez, 2009). El Er fue calculado a nivel del individuo. Se concentró en los últimos componentes de la actividad reproductiva y permitió establecer la relación entre las estructuras reproductivas potenciales y las reales (adaptado a partir de Bazzaz et al., 2000; Suárez, 2009) de cada cohorte.

Banco de semillas (cariopsis)

Las muestras fueron recolectadas dentro del área delimitada para el seguimiento de las cohortes, siguiendo la zonificación ya establecida (sol-sombra). De esta manera se definieron dos tratamientos: banco vinculado a la cohorte desarrollada al sol (Bsol) y banco vinculado a la cohorte desarrollada a la sombra (Bsombra).

Los muestreos se realizaron en noviembre 2019, previo a la fructificación y/o dispersión de semillas, y marzo 2020, luego de la

diseminación e incorporación de semillas al suelo. En cada fecha se colectaron por tratamiento y al azar 10 muestras de suelo con un cilindro de 7 cm de diámetro x 4 cm de profundidad incluyendo la broza (Morici, 2006) (n=10; N=40).

La determinación del banco de semillas se realizó según el método de separación, utilizando la técnica de lavado y tamizado (Thompson et al., 1997). Una vez recolectadas las muestras fueron llevadas al laboratorio para su lavado, tamizado y posterior secado de acuerdo con Morici (2006).

Las semillas de cada muestra fueron identificadas utilizando lupas binoculares (Piudo y Cavero-Reyon, 2005; Roberts, 1981) y diferenciadas en sanas, germinadas y dañadas/rotas. Dentro de las últimas se incluyeron aquellas semillas con signos evidentes de daño o inviabilidad: rotas, predadas, atacadas por patógenos, con glumelas ausentes, vanas y/o afectadas por incendio. En las germinadas se consideraron aquellas con la radícula y/o el vástago visible. Las semillas restantes que no presentaron alguno de estos signos de daño o germinación conformaron la categoría de sanas.

La expresión de los resultados se realizó en número de semillas por metro cuadrado en los 4 cm de profundidad. Se trabajó con las variables número promedio de semillas.m⁻² por tratamiento y por fecha de muestreo y con los porcentajes por categoría de semillas (sanas, germinadas, dañadas/rotas).

Germinación de cariopsis

Los ensayos de germinación se realizaron a partir de los cariopsis sanos provenientes del banco de semillas (para ambas cohortes y tiempos de muestreo) y de cariopsis cosechados de plantas de los alrededores de la parcela. Todos fueron almacenados en bolsas de papel hasta el comienzo de los experimentos. Previo a cada ensayo se determinó la viabilidad del pool de cariopsis sobre el 10 % de la muestra, con una solución de Cloruro de 2-3-5 trifeniltetrazolio (TTC) (Standar procedure for Tetrazolium Testing, 2007). Los distintos ensayos concluyeron a los 30 días. Los tratamientos

fueron: semillas cosechadas, semillas bsol-19, semillas bsombra-19, semillas bsol-20, bsombra-20. Para cada tratamiento se colocaron 25 cariopsis por caja de Petri de 9 cm de diámetro, preparadas con papel de filtro sobre algodón humedecido con 5 ml de agua destilada esterilizada (n=6). Los tratamientos se llevaron a cabo bajo condiciones semicontroladas de temperatura y humedad (19-21 °C). La germinación se consideró exitosa cuando se observó la presencia de una radícula de al menos 3 mm de longitud. Los conteos se hicieron día por medio.

Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje total de germinación, el porcentaje de germinación ponderado –PGP– (Reddy et al., 1985) y el tiempo medio de germinación –TMG– (Reyes y Casal, 2002).

El PGP es un índice que otorga un peso máximo a los cariopsis que germinan primero, disminuyendo la ponderación con el tiempo de germinación. Este índice se usó para expresar el grado de dormición de las semillas (Reddy et al., 1985). Los mayores valores de PGP indican el menor grado de dormición.

$$PGP = \frac{(t_{final} * n_1 + t_{final} - 1 * n_2 + t_{final} - 2 * n_3 + \dots + 1 * n_{final}) 100}{t_{final} * N}$$

Donde:

$n_1, n_2 \dots n_{final}$ = número de cariopsis germinados en los distintos días siguientes hasta el final del tratamiento.

$t_{final}, t_{final}-1, \dots, 1$ = son los pesos (expresados como números de días) dados a los cariopsis que germinan en diferentes momentos.

N = número total de cariopsis puestos a germinar en cada caja de Petri.

El TMG fue calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TMG = \frac{N_1 T_1 + N_2 \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 \dots + N_n}$$

Donde:

N_1 es el número de cariopsis que han germinado durante el tiempo T_1 ,

N_2 es el número que emergió entre el T_1 y el T_2 , etc.

Análisis de datos

Para todos los datos se consideró un diseño completamente aleatorizado. Los datos de supervivencia, de atributos vegetativos y densidad de semillas en el BS se analizaron a

partir de la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (variable de clasificación: sitio; partición: fechas) para dos muestras aleatorias independientes al no cumplir con supuestos de normalidad ni homocedasticidad (prueba Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente). Los componentes del sistema reproductivo fueron analizados con ANOVA simple. Los datos de porcentaje de germinación fueron transformados (Sokal & Rohlf, 1981) en:

$$W = \arcsen \sqrt{\frac{P}{100}}$$

para cumplir con el supuesto de normalidad y homogeneidad de

varianza (donde P es la variable). La germinación de semillas cosechadas, banco 2019 y 2020, con sus correspondientes PGP y TMG, fueron analizados con ANOVA simple. Mientras que la germinación proveniente de semillas del banco de semillas por fecha y sitios fue analizada con ANOVA a dos factores (fechas y sitios y la interacción entre ambos), al igual que sus respectivos PGP y TMG. Para las diferencias entre las medias se usó la prueba de Tukey (a un nivel de confianza de 0,05). Se utilizó el paquete estadístico Infostat versión 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS

Supervivencia, atributos vegetativos y reproductivos de la población

La supervivencia no presentó diferencias significativas entre ambas cohortes ($p=0,4286$). Estas curvas (Figura 3) mostraron una alta mortalidad en las primeras fechas de muestreo coincidente con estadios iniciales del ciclo fenológico. La supervivencia para los estados de planta con macollo y reproductivo fueron de 36 % y 1,85 % para la cohorte desarrollada al sol, y 47 % y 1,05 % para la desarrollada a la sombra, respectivamente.

Los atributos vegetativos - altura, densidad de macollos y densidad de hojas por macollos- no presentaron diferencias significativas entre

ambas cohortes ($p=0,1955$; $p=0,4473$ y $p=0,6547$ respectivamente) (Figura 4 a, b y c). En cuanto a la altura presentó los mayores valores en los primeros muestreos con un valor promedio de 9,95 cm (DE 4,11) y valores máximos de 18 cm. Se registró una mortandad masiva de los individuos de la cohorte a la sombra a partir de la cuarta fecha de muestreo, coincidente con el periodo reproductivo (Figura 4).

En cuanto a los componentes del sistema reproductivo, en todos los casos, fueron mayores en la cohorte de áreas soleadas en relación con la desarrollada a la sombra (Tabla 1, Figura 5).

La asignación reproductiva para la cohorte que se desarrolló a la sombra fue de 1 % y la de sol del 1,85 %; mientras que el éxito reproductivo fue del 55,8 % y del 98,2 % para sombra y sol, respectivamente.

Banco de semillas

La composición general del banco de semillas de *P. angusta* presentó una gran heterogeneidad con un rango de densidad que varió entre 5976,41 (muestreo de marzo a la sombra) y 816.950,15 semillas.m⁻² (muestreo de noviembre al sol). Las mayores densidades promedio con respecto a la fecha se registraron en el primer muestreo y con respecto al sitio en el Bsol (Tabla 2). Asimismo, la mayor abundancia promedio de semillas se registró en el Bsol19 y la menor en el Bsombra20 (Tabla 2; Figura 5). Las cohortes desarrolladas al sol y a la sombra solo presentaron diferencias

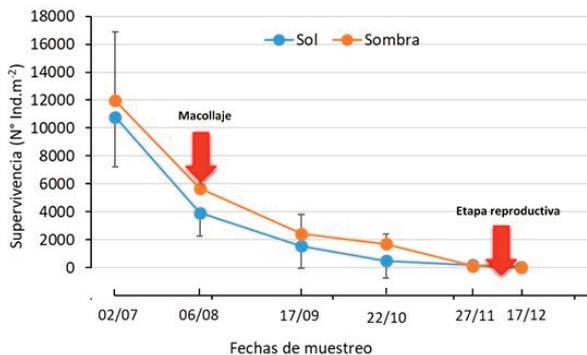


Figura 3. Curva de supervivencia (lx) para las cohortes de alpistillo creciendo a la luz y a la sombra durante el año 2019.

Figure 3. Survival curve (lx) for the "narrow canarygrass" cohorts growing in light and shade sites during the year 2019.

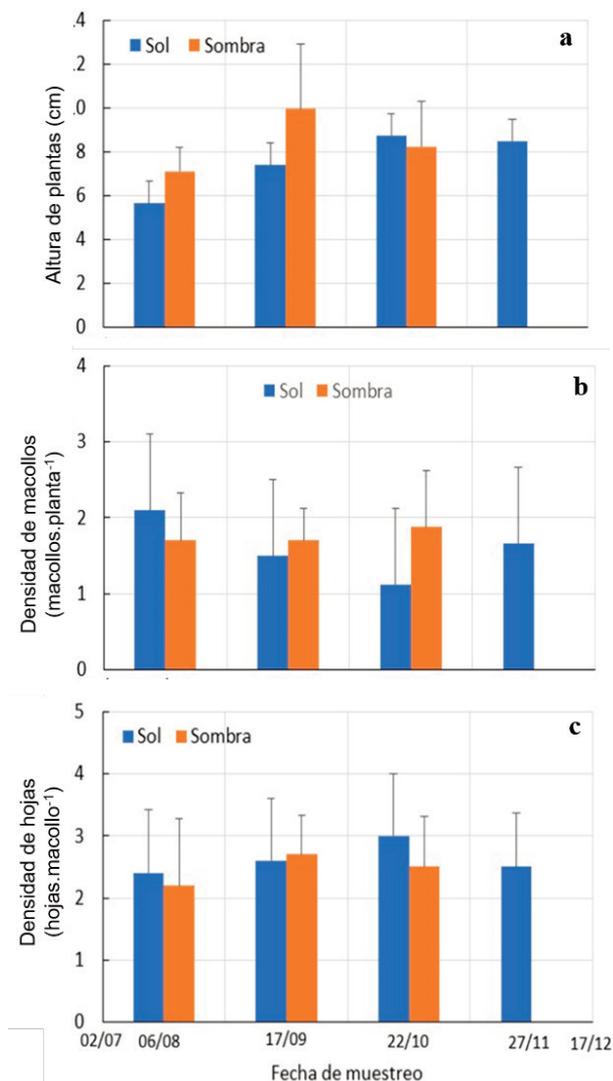


Figura 4. Atributos descriptivos de *Phalaris angusta* para las cohortes de sol y de sombra para las distintas fechas de muestreo. a) altura de plantas; b) densidad de macollos por planta; c) densidad de hojas por macollo.

Figure 4. *Phalaris angusta* descriptive attributes for the sun and shade cohorts for the different sampling dates. a) plants height; b) tillers density per plant; c) leaf density per tiller.

significativas en la primera fecha de muestreo ($p=0,0001$).

En cuanto a las categorías asignadas a la composición del banco de semillas, las semillas rotas presentaron mayor densidad promedio

(85.508,23 semillas.m⁻²; DE= 68.788,28) con respecto a las germinadas (56.801,94 semillas.m⁻²; DE= 55.348,7) y las sanas (55704,1 semillas.m⁻²; DE= 80.003,3).

Con respecto a las fechas de muestreo, hubo diferencias para las categorías sanas y germinadas ($p=0,0012$; $p=0,0398$, respectivamente) con un mayor número de ambas para la primera fecha de muestreo (Figura 5). También hubo diferencias significativas entre los sitios Bsol y Bsombra para las semillas germinadas y rotas ($p=0,0138$ y $p=0,0304$ respectivamente) (Figura 5). Cabe destacar que para ambas fechas de muestreo ambas categorías tuvieron la mayor contribución en el sitio Bsol.

Germinación

El porcentaje de germinación de semillas cosechadas fue mayor con respecto a la germinación de semillas provenientes del banco de 2019 y 2020 (Tabla 3).

Para las semillas germinadas provenientes del banco de semillas, hubo diferencias significativas entre años y tratamientos, y hubo interacción ($p=0,0001$). La germinación fue mayor para el primer año y a la sombra (Tabla 3). En el TMG y PGP sólo hubo diferencias entre años ($p=0,0001$). Los mayores valores de PGP y de TMG se presentaron en el segundo año de muestreo (Tabla 3).

La viabilidad para las semillas cosechadas fue del 80 % y para las del banco de semillas 45 % en promedio.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La persistencia de las especies en un determinado ambiente está asociada, entre otros

Tabla 1. Componentes del sistema reproductivo para ambas cohortes de *Phalaris angusta*.

Table 1. Reproductive system components for both *Phalaris angusta* cohorts.

	Pan./PI	SD	Fl./Pan.	SD	Fl./PI.	SD	Sem./Pan.	SD	Sem.PI. ⁻¹ m _x	SD
Sombra	1,25 ^a	0,71	78,5 ^a	48,35	98,13 ^a	80,74	45,16 ^a	40,00	54,75 ^a	46,81
Sol	2,38 ^b	1,06	128,22 ^a	36,5	144,25 ^a	38,92	60,65 ^a	22,42	141,63 ^b	82,01

Referencias: Pan-panoja; PI-planta; FI-flores; Sem-semillas; mx-fecundidad; SD-desvío estándar. Medias con letras diferentes presentan diferencias significativas (p < 0,05).

References: Pan-panicle; PI-plant; FI-flowers; Sem-seeds; mx- fecundity; SD-standard deviation. Means with different letters show significant differences (p < 0.05).

Tabla 2. Densidad promedio de semillas de *Phalaris angusta* en el banco de semillas del suelo por fechas y sitios.

Table 2. Average seed density of *Phalaris angusta* in the soil seed bank by dates and sites.

Fecha de muestreo	Sitio	Densidad promedio de semillas
nov.-19	Sol	363.911,79 (±19.738,58)
	Sombra	146.396,22 (± 3.757,24)
	Total	510.308,02 (±41.696,43)
mar.-20	Sol	150.086,01 (±38.061,43)
	Sombra	131.663,05 (±25.175,92)
	Total	281.744,06 (±29.057,07)
Total por sitio	Sol	513.997,80 (±47.532,74)
	Sombra	278.059,27 (±16.322,17)

Tabla 3. Porcentaje de germinación, tiempo medio de germinación (TMG) y poder germinativo ponderado (PGP) para a- semillas provenientes del banco de semillas 2019 y 2020 y para las cosechadas; b- semillas provenientes del banco de semillas por sitio y fecha..

Table 3. Germination percentage, mean germination time (TMG) and weighted germination power (PGP) for a- seeds from the 2019 and 2020 seed bank and for those harvested; b- seeds from the seed bank by site and date.

a-Tratamientos	% Germinación	TMG	PGP
Banco 2019	62,67 b	5,50 a	31,28 b
Banco 2020	35,33 a	7,05 c	76,20 c
Cosechadas	90,67 c	5,94 b	25,78 a

b- Tratamientos

Bsol19	58,67 bc	5,41 a	32,19 a
Bsombra19	66,67 c	5,58 a	32,36 a
Bsol20	17,33 a	7,14 b	75,41 b
Bsombra20	53,33 b	6,95 b	76,99 b

Referencias: Banco 2019 y 2020 se corresponde con los tratamientos de germinación de semillas provenientes del banco sin discriminar por cohorte. Letras diferentes presentan diferencias significativas (p < 0,05) a- entre los tres tratamientos; b- se presenta la interacción sitio-fecha.

References: 2019 and 2020 bank correspond to the seed germination treatments from the bank without discriminating by cohort. Different letters present significant differences (p < 0.05) a- between the three treatments; b- the site-date interaction is presented

factores, a su estrategia de colonización/recolonización a partir del reclutamiento desde comunidades vecinas o desde el banco de semillas *in situ*. *P. angusta* frente a disturbios responde como especie pionera, por ello, en situaciones de sucesión secundaria los flujos de reclutamiento desde el banco podrían explicar las elevadas densidades que se presentan en parches del pastizal donde suele aparecer como dominante. Esto evidencia la intrincada relación entre el tamaño del banco, la estructura demográfica, su retroalimentación y las condiciones ambientales imperantes. Así, flujos de geminación que no logren nuevos individuos fecundos causarán un agotamiento del banco, no solo por disminución de la entrada sino también por la baja persistencia de las semillas. Esta especie podría presentar un banco de semillas de tipo transitorio como *P. arundinacea* L. (Sione et al., 2016).

La curva de supervivencia de esta especie respondió a la Tipo III de Deevey (1947) con una alta mortalidad en los primeros estados. La sequía que se presentó durante la época del estudio condicionó el desarrollo de ambas cohortes, acentuando la mortandad de individuos, especialmente en las áreas soleadas. La mayor supervivencia y altura de los individuos de la cohorte a la sombra estaría favorecida por acción de las especies arbustivas de la comunidad que conformaron dicho tratamiento. Los arbustos, por un lado, generarían un hábitat de mejor calidad con una mayor retención de humedad, menor evapotranspiración, mayor contenido de nutrientes en el suelo y aporte de materia orgánica en forma de broza. Por otra parte, también estimularían la elongación de los entrenudos del alpistillo (Andrade, 2016; Calvo, 2017) debido a la competencia por interferencia.

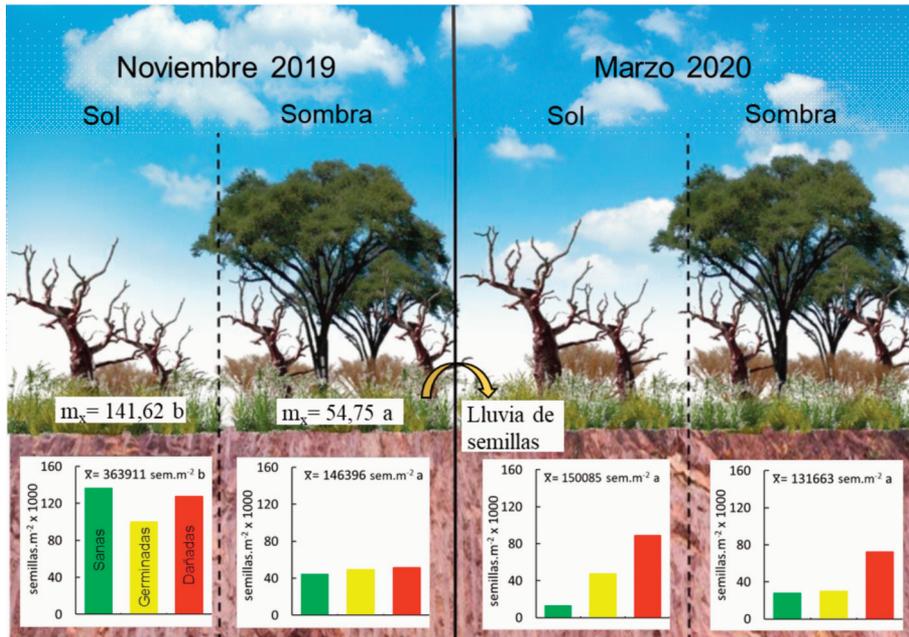


Figura 5. Densidad del banco de semillas de *Phalaris angusta* para las cohortes de sol y de sombra. Se presentan, el valor promedio para cada cohorte y momento de muestreo (\bar{X}), la cantidad de semillas por categoría y la fecundidad (m_x).

Figure 5. *Phalaris angusta* seed density bank for the sun and shade cohorts. The average value for each cohort and sampling moment (\bar{X}), the number of seeds per category and fecundity (m_x) are presented.

En general, el desarrollo y vigor de los individuos fue notablemente menor que lo observado el año anterior en el área de estudio y en otros potreros del mismo establecimiento. La plasticidad de esta especie le permitiría ajustarse a las condiciones ambientales locales (Silvertown y Doust, 1997). Al respecto, el tamaño de las plantas es un atributo sensible a las condiciones ambientales locales, por ello es frecuente encontrar situaciones donde se presenten muchos individuos, pero pequeños, o bien pocos, pero de mayor tamaño. La consecuencia de esta plasticidad puede ser evidente en la producción de semillas, rasgo característico de especies anuales de estrategias reproductivas tipo “r”. En este sentido, la situación de estrés ambiental produjo un acortamiento en su ciclo de vida y provocó un adelanto de las etapas de floración y diseminación de semillas (Suárez et al., 2020). De cualquier manera, todos los individuos que llegaron a la madurez reproductiva dejaron descendencia.

Es importante resaltar que la cantidad de semillas por panoja y por planta fueron siempre superiores en la cohorte que se desarrolló en áreas soleadas, la que en definitiva presentó mayor asignación y éxito reproductivo (Suárez et al., 2021). La presencia de arbustos puede haber jugado un rol importante en esta etapa reproductiva por disminución de la calidad de la luz con un efecto negativo en la cohorte que se desarrolló a la sombra, ya que una baja relación Pr/Pfr, podría hasta inhibir la floración (Andrade, 2016; Cavagnaro y Trione, 2007; Schramm y Ehrenfeld, 2010).

En cuanto a la dinámica del banco de semillas a nivel poblacional los cambios en su tamaño a lo largo del tiempo pueden impactar en la permanencia y desarrollo de una población local. En el caso de *P. angusta* para el área de estudio se registró una disminución en la densidad de semillas entre fechas de muestreo. Esto podría deberse a una combinación de factores o atributos

que incluyen tanto aspectos demográficos (Bazzaz et al., 2000; Harper, 1990; Mortimer, 1996; Solbrig y Solbrig, 1984; Suárez et al., 2021) como de funcionamiento del banco, ambos fuertemente condicionados por la heterogeneidad ambiental a escala fina (Edwards, 1980; Venable, 1989; Venable y Brown, 1988; Weiner y Solbrig, 1984). Entre los primeros se pueden mencionar el tamaño poblacional, supervivencia por estados, fecundidad; entre los segundos la muerte fisiológica, la germinación, la predación o descomposición por hongos (Acosta y Agüero, 2001; Harper, 1990; Mandák y Pysek, 2001; Simpson et al., 1989). En este sentido, se pone de manifiesto que el desarrollo vegetativo y vigor reproductivo de las cohortes al sol y a la sombra fue menor con respecto a años previos, lo cual sumado a la sequía del 2019 afectó principalmente aspectos reproductivos de la especie (Suárez et al., 2020). Esto pudo haber condicionado la entrada de semillas al banco. Además, en la disminución del tamaño del banco también contribuyeron el alto porcentaje de semillas predadas/dañadas y germinadas.

En cuanto a su composición, un 60 % correspondió a semillas sanas y germinadas, mostrando la capacidad de activación de este (si bien por definición el banco de semillas está formado por las semillas sanas y viables). Al respecto, los ensayos de germinación del banco mostraron un valor promedio del 50 %.

Es de destacar que el banco de semillas de áreas soleadas y sombreadas presentó un comportamiento acorde al de las cohortes correspondientes. Así, el banco de áreas soleadas tuvo las mayores densidades de semillas en coincidencia con el desarrollo de la cohorte de sol que tuvo mayor fecundidad y éxito reproductivo. El efecto que ambas condiciones de luz puedan tener sobre la predación de semillas, germinación y reclutamiento inicial aún no está claro. Por ejemplo, si se considera que áreas sombreadas podrían proveer hábitat de mejor calidad para el desarrollo de mesofauna por la humedad, temperatura, contenido de nutrientes y materia orgánica (Penon, 2018; Ramos Vásquez y Zúñiga Dávila, 2008) se podría esperar una mayor proporción de semillas rotas o dañadas en dichos parches, sin embargo, esto no fue así. Lo mismo

sucedió para las semillas germinadas que presentaron altos porcentajes en áreas sombreadas para el 2019 y soleadas para el 2020. Esto pone de manifiesto la complejidad en la dinámica del banco y la relevancia que adquieren las interacciones bióticas y factores abióticos sobre su tamaño y longevidad.

Los valores de PGP y TMG pondrían en evidencia una cierta inmadurez fisiológica o dormición de los cariopsis que necesitarían un tiempo antes de germinar una vez que son dispersados. A campo, esta especie se establece a fines de otoño siendo su dispersión entre diciembre-enero. Por otra parte, los valores de germinación, PGP y TMG para el banco del 2020 sugieren que la germinación proviene de semillas de años anteriores. Las diferencias observadas entre la germinación de semillas cosechadas con respecto a las del banco podrían deberse a una entrada de semillas al banco variable de acuerdo con las condiciones ambientales del año y disturbios como fuego. De cualquier manera, los menores porcentajes de germinación de las semillas provenientes del banco podrían ser suficientes para mantener pequeños parches de la especie dentro de la comunidad.

A partir de este trabajo queda en evidencia la plasticidad fenotípica de la especie a partir de la cual, aún en condiciones ambientales menos favorables, puede alcanzar los estados reproductivos y dejar descendencia. En este sentido, las áreas sombreadas proveen las mejores condiciones para la asignación a la producción de fitomasa aérea de la planta, mientras que las áreas más soleadas, para una mayor asignación reproductiva.

Los atributos que se han estudiado sobre la biología de *P. angusta* toman relevancia cuando se analizan en el contexto del manejo del pastoreo con la finalidad de reducir la toxicidad en el ganado doméstico, evitando su uso en estados tempranos de desarrollo de la especie (vegetativo). Teniendo en cuenta que el ganado bovino preferentemente selecciona hojas frente a tallos, la posibilidad de que la intoxicación se manifieste aumenta.

Como punto de partida y a nivel del pastizal, es fundamental identificar la presencia de parches dominantes de *P. angusta*. En este sentido, la

selección de los potreros y el momento de ingreso del ganado son puntos críticos para el manejo del pastoreo para evitar el efecto tóxico de la especie. En cuanto al primero, se deberían evitar aquellos que presenten fachineales o bosques muy cerrados con alta contribución de la especie al estrato gramíneo herbáceo. Es importante que el consumo del alpastillo sea en combinación con otras especies para diluir su efecto. Respecto al momento de pastoreo, se recomienda retrasarlo hasta estados fenológicos avanzados.

Una estrategia complementaria es la suplementación con sales de cobalto para ayudar a metabolizar el tóxico (ISEA, s.f.). Al respecto no hay demasiada información para ganado bovino, pero sí se ha utilizado en ovinos en otros países (Benedetto, 2018; Demanet Filippi, 2019).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los propietarios y personal del establecimiento Pichi Carhué por haber permitido el desarrollo de este trabajo. También a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa por el financiamiento. Muy especialmente a los evaluadores porque han contribuido a una mejora sustancial en la calidad del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L. y Agüero, R. (2001). El banco de propágulos de malezas en el agroecosistema: conocimiento actual y propuesta metodológica para su estudio. *Agronomía Mesoamericana*, 12, 141-151.

Anaya Lang, A. L. (2003). *Ecología Química*. Plaza y Valdés S.A.

Andrade, L. E. (2016). Reclutamiento de plantas herbáceas en el desierto del Monte central: los papeles de la granivoría, la herbivoría y la vegetación leñosa. (Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Avendaño Reyes, S., & Flores Gudiño, J. S. (1999). Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Veterinaria México*, 30(1), 79-94.

Bazzaz, F. A., Ackerly, D. D., & Reekie, E. G. (2000). Reproductive allocation in plants en Seeds: the ecology of regeneration in plant communities (pp. 1-29). Wallingford UK: CABI.

Benedetto, O. (10 de octubre de 2018). [oscar_benedetto]. Intoxicación con *Phalaris*. [Respuestas de G. J. Cantón y A. O. Miranda]. Mensajes publicados en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/>

foros/phalaris-t47263/

Bourke, C. A., Carrigan, M. J., & Dixon, R. J. (1988). Experimental evidence that tryptamine alkaloids do not cause *Phalaris aquatica* sudden death syndrome in sheep. *Australian veterinary journal*, 65(7), 218-220.

Calvo, D.A. (2017). Efecto facilitador de los arbustos sobre el establecimiento de una gramínea perenne en sitios con diferentes historias de uso en el Noroeste de la Patagonia. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Río Negro).

Campos, M. A., Ernst, R. D., Suárez, C. E., Morici, E., Estelrich, H. D. y Vásquez, V. D. (2019). Comportamiento del banco de semillas germinable en el caldenal pampeano según distintas técnicas de manejo. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54, 134-135.

Cano, E. (1988). *Pastizales naturales de La Pampa. Descripción de las especies más importantes*. Convenio AACREA: Provincia de La Pampa, Argentina.

Cano, E. (Coord), Casagrande, G., Conti, H., Salazar Lea Plaza, J., Peña Zubiate, C., Maldonado Pinedo, D., Martínez, H., Hevia, R., Scoppa, C., Fernández, B., Montes, M., Musto, J., Pittaluga, A. (1980). *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa*. ISAG, Buenos Aires.

Cavagnaro, J. B., & Trione, S. O. (2007). Physiological, morphological and biochemical responses to shade of *Trichloris crinita*, a forage grass from the arid zone of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 68(3), 337-347.

Deevey Jr, E. S. (1947). Life tables for natural populations of animals. *The Quarterly Review of Biology*, 22(4), 283-314.

Demanet Filippi, R. (2019) Gramíneas perennes. Universidad de La Frontera. Biblioteca Digital de la Web Punto Ganadero. https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc1c1b3dc419.pdf

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>

Edwards, M. (1980). Aspects of the population ecology of charlock. *Journal of Applied Ecology*, 17, 151-171.

Ernst, R. D., Morici, E. F. A., Estelrich, H. D. y Vásquez, V. D. (2018). Banco de semillas germinable de especies del pastizal en un área de renovación de *Prosopis caldenia* sometido a rolado selectivo. En Rusch, V., Caballé, G., Varela, S. y Diez, J.P. (Eds.) Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. (1ª ed., pp.171-183). INTA.

Ernst, R. D., Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. y Campos M. A. (2020). Fachineales de *Prosopis caldenia* intervenidos por distintos manejos: análisis desde su banco de semillas. *Ecología Austral*, 30(3), 331-496. <https://doi.org/10.25260/>

- Suárez, C.E., Sánchez Rinaldi, B., Arrigone Ghizzo, R. Fioravanti, I.V., Rossini, M.S., Ernst, R.D., Morici, E.F., Estelrich, H.D. EA.20.30.3.0.989
- Gallagher, C. H., Koch, J. H., & Hoffman, H. (1966). Diseases of sheep due to ingestion of *Phalaris tuberosa*. *Australian veterinary journal*, 42(8), 279-284.
- García, C., & Capelli, A. (2016). Intoxicaciones por plantas y micotoxinas en rumiantes diagnosticadas en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 52(202), 28-42.
- Harper, J.L. (1990). *Population biology of plants*. 8th impression. Academic Press.
- Instituto Superior de Enseñanza, Estudios y Extensión Agropecuaria (s.f.). Plantas tóxicas y forrajeras que afectan la salud animal. Repositorio Digital de Acceso Abierto del Sitio Argentino de Producción Animal. [ISEA] https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/122-Forrajeras_toxicas_ISEA.pdf
- Job Serodio, J. (2011). Principais plantas tóxicas que cursam em sinais neurológicos primárias e secundárias em ruminantes. (Tesis de maestría, Universidade Federal de Goiás escola de Veterinária e Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.)
- Mandák, B. y Pysek, P. (2001). Fruit dispersal and seed banks in *Atriplex sagittata*: the role of heterocarpy. *Journal of Ecology*, 89, 159-165.
- Marten, G. C. (1973). Alkaloids in reed canarygrass. In *Antiquity components of forages*. *Crop Science Society American*, 4, 15-31.
- Miranda A., Stefanazzi I., Bermejo V., Vaz S. y Bazán D. (2017). Alerta por posibles casos de intoxicación por *Phalaris* spp. Informe técnico Inta Anguil.
- Morici, E. F. A. (2006). Efecto de la estructura del pastizal sobre el banco de semillas de gramíneas en el bosque de caldén (*Prosopis caldenia*) de la provincia de La Pampa, Argentina (Tesis doctoral), Universidad de Córdoba. España.
- Mortimer, A. (1996). La clasificación y ecología de las malezas. Manejo de las Malezas para Países en Desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal.
- Odriozola, E. (2015). Plantas y sustancias tóxicas para el ganado. *Maskana*, 6, 149-161.
- Odriozola, E., Campero, C., Lopez, T., Marín, R., Casaro, G., y Andrada, M. (1991). Neuropathological effects and deaths of cattle and sheep in Argentina from *Phalaris angusta*. *Veterinary and Human Toxicology*, 33(5), 465-467.
- Penon, E. A. (2018). Efecto de las forestaciones y la agricultura sobre la calidad de suelos y la biodiversidad en el sur de la Pampa ondulada. (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Luján, <https://ri.unlu.edu.ar/>)
- Piudo, M. J. y Cavero-Reyon, R. Y. (2005). Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 16, 71-85.
- Policia de la provincia de La Pampa. (2021). Registros pluviales de la Estación Meteorológica Ataliva Roca, La Pampa. <https://policia.lapampa.gov.ar/contenidos/ver/lluvias>.
- Prina, A., Muiño, W., González, M., Tamame, A., Beintincinco, L., Mariani, D. y Saravia, V. (2015). *Guía de Plantas del Parque Nacional Lihué Calef*. 1a ed., Visión 7.
- Ramos Vásquez, E. y Zúñiga Dávila, D. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología Aplicada*, 1(2), 123-130. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a15v7n1-2.pdf>
- Reddy, L. V., Metzger, R.J. y Ching, T.M. (1985). Effect of temperature on dormancy of wheat. *Crop Science* 25, 455-458.
- Reyes, O. y Casal, M. (2002). Experimental field emergence and early survival of six tree species in relation to forest fires. In L. Trabaud and R. Prodon (Eds), pp. 277-290, *Fire Biological Processes*.
- Roberts, H. A., (1981). *Seed banks in soils*. In T. H. Coaker (Ed.). *Advances in Applied Biology*, 6, 1-55.
- Rodríguez, A., Jacobo, E., Roitman, G., Miñarro, F., Preliasco, P. y Beade, M. (2016). Management of forage offer in the National Park Campos del Tuyú and neighbouring cattle farms for Pampas's deer conservation. *Ecología Austral*, 26(2), 150-165. <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/ecologiaaustral/>
- Rollhauser, A. y Uhaldegaray, M. (2015). El rolado selectivo y la quema controlada como herramientas para intervenir fachinales, su efecto y duración sobre la estructura vertical y horizontal de la vegetación. (Tesina Final de Graduación), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/1621>)
- Rossi, C. A., De Magistris, A. A., González, G., Carou, N. E., y De Loof, E. P. (2014). *Plantas de interés ganadero de la región del Bajo Delta del Paraná, Argentina*. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Rossi, C. A., González, G. L., De Magistris, A. A. y Torrá, E. (2009). Composición botánica del pastizal natural en un sistema silvopastoril del Delta del Paraná: clasificación forrajera. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Aspectos relacionados a pastizales y especies forrajeras.
- Rúgolo de Agrazar, Z. E., Steibel, P. E. y Troiani, H. O. (2005). Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa. Universidad Nacional de la Pampa y Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Schramm, J. W. y Ehrenfeld, J. G. (2010). Leaf litter and understory canopy shade limit the establishment, growth and reproduction of *Microstegium vimineum*. *Biological Invasión*, 12(9), 3195-3204. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9711-1>

Biología poblacional de la especie tóxica para el ganado *Phalaris angusta* Nees ex Trin.

- Silvertown, J. W. y Doust, J. L. (1997). Introduction to Plant Population Biology. (Third edition). Oxford. Blackwell Scientific Publications. *Annals of Botany*, 75(1), 101.
- Simpson, R. L., Leck, M. A. y Parker, V.T. (1989). Seed banks: general concepts and methodological issues. In M. A. Leck, V. T. Parker and R. L. Simpson (Eds.), pp. 3-8. Ecology of soil seed Banks.
- Sione, S. M. J., Ledesma, S. G., Rosenberger, L. J., Wilson, M. G., & Sabattini, R. A. (2016). Banco de semillas del suelo en un área de bosques nativos sujeta a cambio en el uso de la tierra (Entre Ríos, Argentina). *Fave. Sección ciencias agrarias*, 15(1). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1666-77192016000100008&lng=es&tlng=es.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. (1981). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. WH Freeman & company. New York. 859 p.
- Solbrig, O. T. & Solbrig, D. J. (1984). Size inequalities and fitness in plant populations. *Oxford Survey in Evolutionary Biology*, 1,141-159.
- Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Ernst, R. D., Sánchez Rinaldi, B. y Arrigone Ghizzo, R. A. (2021). Atributos poblacionales de *Phalaris angusta*, especie tóxica en La Pampa. XXIX Reunión Argentina De Ecología. Instituto de Ecología Regional y la Asociación Argentina de Ecología. Póster.
- Suárez, C. E.; Estelrich, H.D., Morici, E. F. A. y Ernst, R.D (2022). Intervenciones para rehabilitación de sistemas silvopastoriles degradados: una oportunidad para las especies vegetales exóticas. *Ecología Austral*, 32(3), 1106-1119. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.3.0.2022>
- Suárez, C. E. (2009). Distribución y biología de *Heterotheca latifolia* Buckley en la provincia de La Pampa. (Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/tesis/tesis_1034.pdf)
- Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Ernst, R. D., Sawczuk, N., Pérez Payeras, M., Parodi, N. y Cueto, J. (2019). Lignificación de sistemas naturales en la región semiárida central de Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54, 160. <https://botanicaargentina.org.ar/boletin-54-suplemento/>
- Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Ernst, R. D., Sawczuk, N., Pérez Payeras, M. y Parodi, N. (2018). Evaluación de la vegetación en renovales de *Prosopis caldenia* intervenidos con distintas técnicas de manejo. En Rusch, V., Caballé, G.; Varela, S. y Diez, J.P. (Eds.) Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. (1ª ed., pp. 294-305). INTA.
- Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Ernst, R. D., Sawczuk, N., Miranda, A., Sánchez Rinaldi, B., Arrigone Ghizzo, R. y Velásquez García, V. (2020). Alpistillo, especie tóxica de interés regional. *Contexto Universitario*. <http://contexto.unlpam.edu.ar/index.php/articulos/investigacion/38-alpistillo-especie-toxica>
- Thompson, K., Bakker, J. y Bekker, R. (1997). *The soil seed banks of Northwest Europe: methodology, density, and longevity*. Cambridge University Press.
- Traverso, J. E., Troiani, H. O. y Babinec, F. J. (2005). Colección y conservación de las especies forrajeras nativas y naturalizadas de la Provincia de La Pampa. Publicación Técnica N° 63. INTA.
- Troiani, H. O., Steibel, P. E., Alfonso, G. L. y Prina, A. O. (1993). Flora del Parque Nacional Lihué - Calel. Primera entrega: Catálogo de las especies. Cátedra de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.
- Venable, D. L. y Brown, J. S. (1988). The selective interactions of dispersal, dormancy y seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *American Naturalist*, 131, 360-384.
- Venable, D. L. (1989). Modeling the evolutionary ecology of seed banks. In M. A. Leck, V. T. Parker, R. L. Simpson (Eds.) *Ecology of soil seed Banks*, 67, 60-384.
- Weiner, J. y Solbrig, O.T. (1984). The meaning and measurement of size hierarchies. *Oecologia*, 61, 334-336.
- Woods, D. L., y Clark, K. W. (1971). Genetic control and seasonal variation of some alkaloids in reed canarygrass. *Canadian journal of plant science*, 51(4), 323-329.