



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

DINÁMICA DEL BANCO DE SEMILLAS DE *Phalaris angusta* Nees ex Trin. PARA DOS COHORTES

Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

ARRIGONE GHIZZO, RIXIO ALEN
FIORAVANTTI, ITALO VALENTIN

Directora:

Dra. Lic. CARLA E. SUÁREZ
Ecología Vegetal - FA-UNLPam

Codirector:

Mg. RICARDO DANIEL ERNST
FCEyN-UNLPam

Evaluadores:

Dr. WALTER MUIÑO
FA-UNLPam
Dra. ANGÉLICA TAMAME
FA-UNLPam

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Santa Rosa (La Pampa) - Argentina 2023

ÍNDICE

Tabla de contenido

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
Hipótesis.	7
Predicción.	7
Objetivo general.	7
Objetivo específico.	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Descripción del área.	8
Descripción botánica de la especie.	10
Distribución.	12
Toxicidad.	13
Evaluación del banco de semillas.	14
Análisis de datos.	19
RESULTADOS	20
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	28
ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE <i>P. angusta</i> EN PASTOREO	29
AGRADECIMIENTOS	33
ANEXO DE TABLAS Y GRÁFICOS	34
BIBLIOGRAFÍA	37

RESUMEN

Phalaris angusta (alpistillo) es una gramínea nativa anual presente en la provincia de La Pampa en ecosistemas de pastizal y caldenal con distintos estados de degradación. Su presencia en el estrato gramíneo herbáceo es variable y algunos años aparece cubriendo extensas áreas. El interés de su estudio radica en las numerosas intoxicaciones del ganado doméstico registradas en áreas de bosque de caldén, donde se han reportado casos de mortandad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el banco de semillas total del alpistillo para dos cohortes que se desarrollan con distintas coberturas de vegetación en el establecimiento ganadero Pichi-Carhue de La Pampa (RP N°18). Los muestreos se realizaron en noviembre 2019 y marzo 2020. Las muestras de suelo fueron recolectadas en áreas soleadas y sombreadas (n=10; N=40). La determinación del banco de semillas se realizó según el método de separación y posterior reconocimiento con lupa binocular. Las semillas fueron clasificadas en sanas, germinadas y dañadas. El banco de semillas fue mayor en 2019 y en áreas soleadas. En cuanto a las categorías en el banco total predominaron las dañadas. En el 2019 hubo más semillas sanas y germinadas al sol y en el 2020 hay más sanas a la sombra.

Palabras clave: alpistillo, gramínea nativa, fachinal, toxicidad en ganado.

ABSTRACT

Phalaris angusta (alpistillo) is an annual native grass present in the province of La Pampa in grassland and caldenal ecosystems with different states of degradation. Its presence in the herbaceous grass layer is variable and some years it appears covering extensive areas. The interest of his study lies in the numerous intoxications of domestic cattle registered in areas of Caldén forest, where cases of mortality have been reported. The objective of this work was to evaluate the total seed bank of the birdseed for two cohorts that develop with different vegetation covers in the Pichi-Carhue de La Pampa cattle farm (RP N°18). The samplings were carried out in november 2019 and march 2020. Soil samples were collected in sunny and shady areas (n=10; N=40). The determination of the seed bank was carried out according to the method of separation and subsequent recognition with a binocular magnifying glass. The seeds were classified as healthy, germinated, and damaged. The seed bank was higher in 2019 and in sunny areas. Regarding the categories in the total bank, the damaged ones predominated. In 2019 there were more healthy and germinated seeds in the sun and in 2020 there are more healthy ones in the shade.

Keywords: narrow canarygrass, native grass, calden encroachment, cattle toxicity.

INTRODUCCIÓN

El banco de semillas es la reserva de semillas maduras viables, en la planta, enterradas en el suelo y las presentes en los residuos vegetales (Roberts, 1981). Su importancia radica en que permite el desarrollo y permanencia de las poblaciones a través del tiempo, manteniendo su variabilidad genética aún en períodos adversos (Baskin & Baskin, 1978; Templeton & Levin, 1979; Harper, 1990). El estudio de su comportamiento es fundamental para conocer la dinámica poblacional de muchas especies (Fenner, 1985) ya que al seguimiento del ciclo de vida le incorpora la posibilidad de reclutamiento intermitente con la incorporación de nuevos individuos provenientes no solo de cohortes recientes sino también de años anteriores.

La dinámica del banco queda definida a partir de un flujo continuo de aportes, a partir de la dispersión y entrada de semillas, y pérdidas, como la activación y germinación o mortandad, que le confieren una dimensión espacial (Piudo y Caveró, 2005) y temporal. De esta manera tiene la capacidad de aportar plántulas a través de los flujos de germinación provenientes de semillas de distintos años que han pasado por periodos de dormición (Khurana y Singh, 2001).

Baker (1989) señala como característica del banco de semillas que la germinación de las semillas que lo componen tiene la capacidad de reemplazar potencialmente a las plantas anuales que mueren, ya sea por causa natural, por enfermedades (patógenos), herbivoría y disturbios (fuego, labranzas, entre otras).

Entre los atributos que identifican el banco de semillas están la densidad (número de semillas por metro cuadrado), la composición (a nivel taxonómico, longevidad, formas de vida) y la riqueza de especies (Chandrashekara y Ramakrishnan, 1993; Dupuy y Chazdon, 1998;

Thompson, 2000). Dichos atributos se ven modificados principalmente por el grado y tipo de disturbio del suelo, estructura y composición de la comunidad vegetal, presencia de agentes dispersores y estacionalidad (Garwood, 1989; Dalling, 2002).

Phalaris angusta Nees ex Trin. o alpistillo, es una especie nativa de la familia de las Poaceas, presente en los ecosistemas de la región semiárida central de Argentina. Si bien originalmente su distribución estaba circunscrita a zonas aledañas a Lihue Calel, actualmente se encuentra ampliamente distribuida en áreas de caldenal.

Algunos aspectos relevantes de esta especie están vinculados a la ampliación de su rango de distribución geográfica, a la frecuencia irregular de aparición en los pastizales y estratos gramíneos herbáceos del caldenal, y a la toxicidad que posee que no siempre se manifiesta con signos de intoxicación en el ganado doméstico.

Dos características importantes son: por un lado, su alta contribución al banco de semillas del suelo en áreas de fachinales intervenidos o incendiados (Uhaldegaray y Rollhauser, 2015; Ernst et al. 2018; Suárez et al. 2018; Campos et al. 2019; Suárez et al. 2019; Ernst et al. 2020); y por otro, su aparición en grandes manchones muy densos en el estrato gramíneo herbáceo en determinados años y ausencia total en otros, teniendo un comportamiento bastante variable y estocástico.

Esta especie ha sido citada como buena forrajera (Cano, 1988; Rossi *et al.* 2009; Rossi, 2014; Rodríguez *et al.* 2016); sin embargo, forma parte de un género que se caracteriza por su toxicidad (Odriozola, 2015). De alguna manera, esto evidencia que no siempre la toxicidad de la especie es percibida por el productor en su manifestación de intoxicación y hasta muerte del ganado (Odriozola *et al.* 1991; Job Serodio, 2011; Odriozola, 2015; García *et al.* 2016). Esto

podría deberse a lo variable de su contribución en los pastizales, lo que haría que su consumo sea ocasional o bien se realice junto con otras especies que atenuarían su efecto tóxico.

Una alerta importante se produjo en la primavera de 2017 cuando se detectaron las primeras intoxicaciones masivas en áreas de bosque de caldén en la provincia de La Pampa, y desde ese momento se han reportado casos de mortandad en numerosos establecimientos ganaderos de la región. Al respecto, los altos índices de toxicidad y mortalidad de ganado observados durante los últimos años (Miranda *et al.* 2017) podrían estar relacionados con su presencia como dominante en la comunidad del pastizal y, por ende, en la dieta del ganado, además del manejo del pastoreo.

Un reciente trabajo sobre demografía poblacional de la especie mostró aspectos importantes sobre modificaciones en los atributos vegetativos y reproductivos de la especie cuando crece en áreas más abiertas y soleadas. Al respecto, la mayor contribución al desarrollo de fitomasa aérea vegetativa se presentó en áreas más sombreadas mientras que en las áreas más soleadas se registró la mayor fecundidad. Estas diferencias resultan de interés para el manejo en relación con el pastoreo y la toxicidad, ya que se menciona en la bibliografía que estas condiciones de poca radiación solar y estados vegetativos podrían favorecer la concentración de alcaloides (Anaya Lang, 2003).

En este contexto, el estudio del banco de semillas del suelo de *P. angusta* en el marco de la dinámica de cohortes que se desarrollan en ambientes diferentes, se vuelve un aporte fundamental para comprender la ecología de esta especie.

Hipótesis.

La calidad del hábitat en cuanto a presencia o ausencia de cobertura de leñosas influye en la fecundidad de las cohortes de *P. angusta* que en ellos se desarrollan y por lo tanto en la formación del banco de semillas correspondiente.

Predicción.

- El banco de semillas de áreas soleadas presenta una mayor densidad de semillas de *P. angusta* con respecto al de áreas sombreadas.

Objetivo general.

Contribuir al conocimiento de la ecología poblacional de *P. angusta* para su manejo en cuanto a su abundancia y toxicidad.

Objetivo específico.

Cuantificar el banco de semillas total de dos cohortes que se desarrollan en diferentes condiciones ambientales y en función de procesos fenológicos de relevancia para la especie como lo son la dispersión-lluvia de semillas y la germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área.

El estudio se llevó a cabo en el Establecimiento Pichi Carhué, ubicado sobre la Ruta Provincial N° 18, a 15 km del cruce con la Ruta Nac. N° 35 ($37^{\circ} 8'19.06''S$; $64^{\circ} 6'2.38''O$) (Fig. 1) debido a que allí se produjo una gran mortandad de bovinos por intoxicación con alpistillo en el 2018.



Figura N° 1. Ubicación del Establecimiento Pichi Carhué ($37^{\circ}08'06''S$ $64^{\circ}05'57''W$) en la provincia de La Pampa. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

En marzo de 2019 se seleccionó un potrero que previamente había sido utilizado por el rodeo que padeció la intoxicación. Allí se establecieron los ensayos poblacionales con el seguimiento de dos cohortes a campo (Sánchez Rinaldi, 2022) 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 por lo cual el antiguo bosque abierto de *Prosopis caldenia* fue reemplazado por una comunidad compuesta por renuevos y rebrotes basales de caldén, molle y piquillín (Fig. 2). El estrato graminoso herbáceo presentó una alta contribución en cobertura de *P. angusta* y otras gramíneas como *Bromus brevis* y *Amelichloa brachychaeta*. En cuanto a las herbáceas se registraron en mayor cantidad *Carduus nutans* y *Chenopodium album*.



Figura N° 2. Estructura de la comunidad vegetal en estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de fotografía de Carla Suarez.

Las precipitaciones del año 2019 se concentraron en primavera y otoño, con escasos valores registrados durante el invierno. El total de lluvias registrado fue de 269 mm, valor muy bajo considerando que el valor promedio para la zona está en torno a los 550-600 mm/año. A su vez, hubo meses durante los cuales no se registraron precipitaciones, como febrero y abril (Fig. 3).

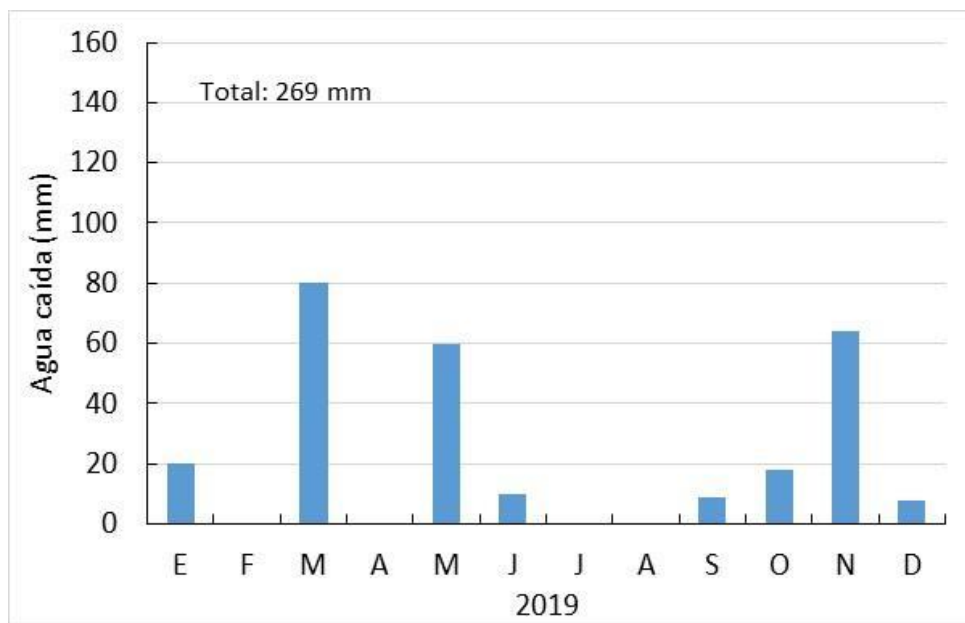


Figura 3. Precipitaciones mensuales para el año 2019 en las cercanías del área de estudio (Fuente: Sánchez Rinaldi, 2022; a partir de datos de la Estación meteorológica Ataliva Roca-La Pampa).

Descripción botánica de la especie.

P. angusta Nees ex Trin. o alpistillo pertenece a la familia *Poaceae*, subfamilia *Pooideae*, Tribu *Phalarideae*. Es una especie anual que alcanza de 40 a 150 cm de altura. Tiene hojas glabras, lígula obtusa de 3 a 5 mm de longitud, lámina de 5 a 11 mm de ancho. Su panoja es cilíndrica de 4 a 15 cm de longitud por 0,7 a 1,5 cm de diámetro (Fig. 4a), con glumas de 3 a 5,5 mm de longitud por 0,5 a 1 mm de ancho con la quilla alada en los dos tercios superiores. El antecio fértil es de 2,5 a 3,5 mm de longitud por 1 a 1,5 mm de ancho, pubescente y brillante

a la madurez. Los antecios estériles están reducidos a una laminilla lineal, de 0,7 a 1,5 mm de longitud (Fig. 4b). Los cariopsis son de 1,4 a 1,6 mm longitud (Rúgolo de Agrazar et al., 2005).



Figura N° 4. a) Inflorescencia -panoja- de *P. angusta* (foto CONICET - Instituto Darwinion) y b) Antecio (foto de Ricardo Ernst). Elaboración propia.

El ciclo de la especie es otoño-inverno-primaveral. Se establece en invierno, florece y fructifica a fines de primavera y principios de verano (Cano 1988) (Fig. 5).



Figura N° 5. Estadios del ciclo de vida de la especie. Referencias: flecha color naranja-lluvia de semillas con aporte al banco (entradas); flecha con línea punteada - activación y germinación de semillas desde el banco (salidas); flechas continuas- transición entre estados fenológicos. Fuente: elaboración propia.

Distribución.

Esta especie se distribuye en el sur de Brasil, Uruguay, Bolivia, Chile, EE. UU., Australia y Europa (Rúgolo de Agrazar *et al.*, 2005). En el país se la puede encontrar en las provincias de Buenos Aires, Chubut, Rio Negro y La Pampa (Cano, 1988). En esta última provincia es frecuente en el este (Estepa Pampeana) y en el centro (Bosques de caldén), también en barrancas calcáreas y en suelos serranos (Rúgolo de Agrazar *et al.*, 2005). Se la menciona como una especie común en depresiones húmedas sin salinidad, para cañadones y cursos de agua temporarios en Lihué Calel, en la Sierra Chica (Cano *et al.* 1980; Troiani *et al.* 1993; Prina *et al.* 2015), al sur de Winifreda (Bajo el Guanaco) y al oeste de Realicó (Mariano Miró) (Traverso *et al.* 2005).

Toxicidad.

Según la bibliografía, el origen de las intoxicaciones del ganado doméstico se debe a la presencia de alcaloides que serían comunes al género *Phalaris*. En el caso de *P. angusta* se mencionan tres tipos de alcaloides relacionados con tres tipos de intoxicaciones diagnosticadas en el ganado bovino. La presentación hiperaguda se asocia con el alcaloide Fenil etil amina, la presentación aguda se asocia con un alcaloide análogo a la tiaminasa y la presentación crónica se relaciona con alcaloides indólicos como la triptamina (Odriozola *et al.* 1991; Miranda *et al.* 2017).

Odriozola (2015) señala que su sintomatología clínica se caracteriza por presentar temblores en cabeza y masas musculares e incoordinación. Los animales caminan sobre las rodillas, presentan imposibilidad de mantenerse en pie, caen y finalmente, mueren. Además, en los animales que sobreviven quedan secuelas como la dificultad para la aprehensión y la deglución del pasto a causa de la incoordinación de movimientos de labios, lengua y cuello, que dificultan notablemente la ingesta llevando al adelgazamiento y muerte por inanición.

P. angusta es muy apetecible por los animales, situación que, en campos con una importante presencia de plantas, provoca casos de elevada mortandad, tanto en bovinos como en ovinos. Las intoxicaciones se pueden presentar en cualquier momento del año y diversos factores se han relacionado con el aumento del contenido de alcaloides en la planta. Entre ellos, se puede mencionar 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 (alto contenido de nitrógeno o deficiencias de algunos minerales) y la radiación solar incidente (reducción por nubosidad o sombreo) (Gallagher *et al.*, 1966; Anaya Lang, 2003). También, la dominancia en la composición de especies del pastizal aumenta el riesgo de

intoxicación, más aún, como señalan Quiroz *et al.* (2011), en situaciones de manejo de pastoreo con altas cargas instantáneas, donde la tasa de ingestión se ve acrecentada, y es insuficiente el tiempo para la adaptación del ganado a la dieta.

Evaluación del banco de semillas.

Para la evaluación del banco de semillas se trabajó en una parcela de 2 hectáreas clausurada para evitar que los animales entren. Las muestras fueron recolectadas en áreas soleadas y sombreadas coincidente con lo establecido por Sánchez Rinaldi (2022) para el seguimiento de dos cohortes de alpistillo bajo esas condiciones. De esta manera, las áreas sombreadas fueron aquellas donde la proyección en el plano horizontal de los estratos leñosos sombreó durante prácticamente todo el día alcanzando un 80 % de intercepción de luz, mientras que las áreas soleadas presentaron una intercepción entre un 5 y 10 %. Esto permitió tener una buena representatividad de la heterogeneidad del área y definir dos tratamientos: banco vinculado a una cohorte desarrollada al sol (Banco de sol-Bsol) y banco vinculado a una cohorte desarrollada a la sombra (Banco de 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 *et al.*, 2000) (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.*, 1977). Una vez recolectadas las muestras fueron llevadas al laboratorio donde cada una de ellas fue colocada en un frasco con agua para su agitación manual. El material ya disgregado fue tamizado bajo agua con el objetivo

de reducir la muestra eliminando elementos extraños, superponiendo 2 tamices de N°35 y N°60 (mallas con abertura de 500 y 250 micrones, respectivamente) (Fig. 6). Luego se procedió al secado en estufa a 35°C durante 72 horas, y posteriormente se guardaron en sobres de papel madera hasta el momento de su lectura. Las semillas de cada muestra fueron identificadas utilizando lupas binoculares Leica EZ4D y OLYMPUS SZ40 (Roberts, 1981; Puido y Cavero, 2005) (Fig. 7) con aumentos ópticos de 8,0X y 7,5X respectivamente. (Fig. 8)



Figura N° 6. Tamices N° 35 y 60, con mallas de 500 y 250 micrones, respectivamente.



Figura N° 7. Lupas binoculares OLYMPUS SZ40 y Leica EZ4D. Elaboración propia.

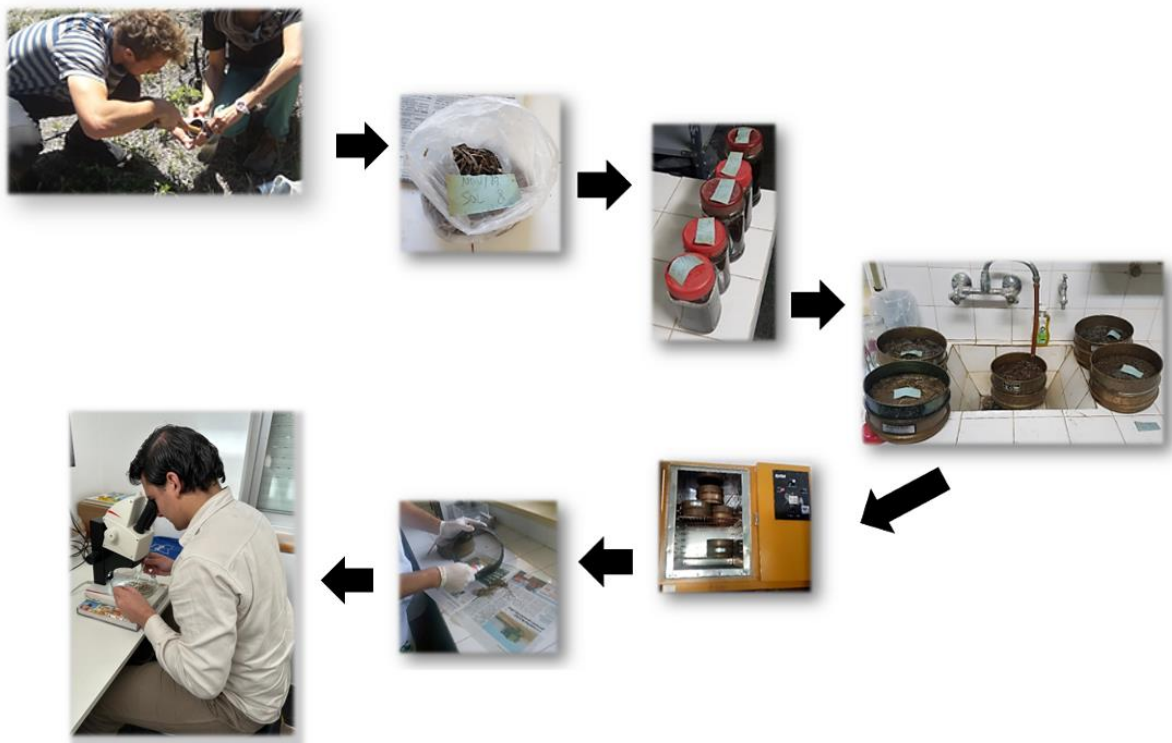


Figura N° 8. Pasos de la determinación del banco. Muestreo a campo, procesamiento de muestras y determinación en lupa. Fuente: elaboración propia.

Las semillas fueron extraídas con pinza histológica (Fig. 9) y diferenciadas en: sanas (Fig. 10), germinadas (Fig. 11) y dañadas/rotas (Fig. 12). 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.



Figura N° 9. Vista general de la muestra al iniciar su lectura en lupa binocular. Fuente: elaboración propia.



Figura N° 10. Semillas sanas. Fuente: elaboración propia.

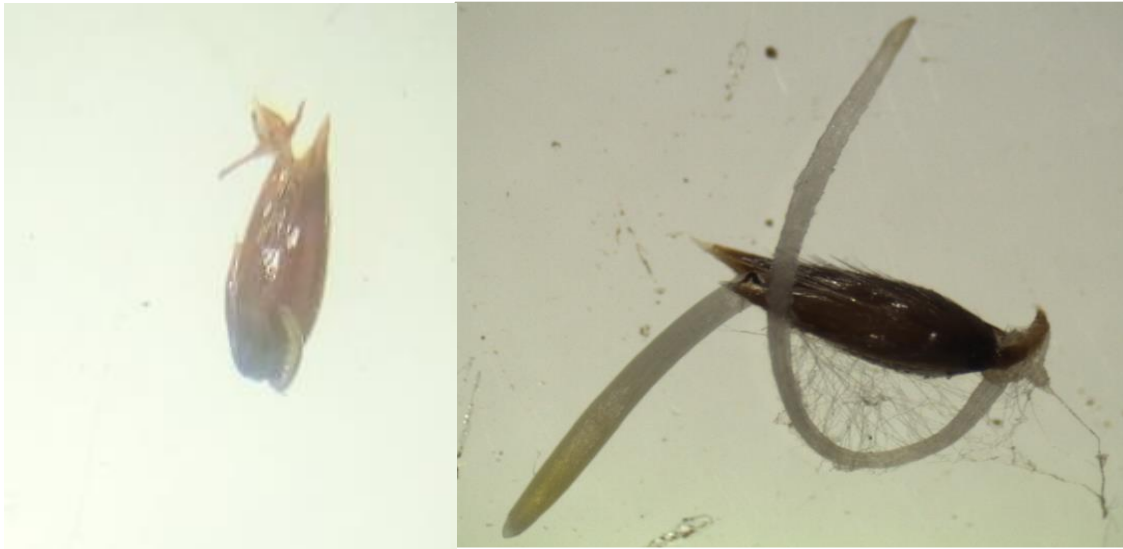


Figura N° 11. Semillas germinadas. Fuente: elaboración propia.



Figura N° 12. Semillas dañadas/rotas. Fuente: elaboración propia.

La expresión de los resultados se realizó en número de semillas por metro cuadrado. El cálculo se hizo aplicando la fórmula que permite obtener el área total de un cilindro a partir de

su volumen (vol. de suelo del cilindro $0,000153 \text{ m}^3 \approx \text{sup. total, del cilindro } 0,0165 \text{ m}^2$) (Foresto et al., 2022).

$$\text{Área total del cilindro} = 2 * (\pi * r^2) + (\pi * b * h)$$

Donde el primer término refiere a las áreas circulares, y el segundo a las paredes del cilindro (b = diámetro; h = largo o profundidad del cilindro).

Análisis de datos.

Para el análisis de los datos de densidad de semillas se realizó un análisis de varianza no paramétrico a una vía de clasificación propuesto por Kruskal y Wallis (1952). Esta prueba, permite comparar las esperanzas de 2 o más distribuciones cuando no cumplen con el supuesto de normalidad. El estadístico de la prueba (H) se basa en la suma de los rangos asignados a las observaciones dentro de cada tratamiento. Su distribución exacta es obtenida a partir de la consideración de todas las configuraciones posibles de los rangos de N observaciones en a grupos de ni observaciones cada uno. Para este trabajo, como el número de configuraciones es mayor a 100000 InfoStat obtiene los valores p de la prueba a través de la aproximación de la distribución del estadístico a la distribución Chi cuadrado, con a-1 grados de libertad.

Se realizaron comparaciones de a pares entre las medias de los rangos de tratamientos (Conover, 1999). Se utilizó el paquete estadístico Infostat versión 2020 (Di Renzo et al. 2020) (Anexo).

RESULTADOS

El banco de semillas de *P. angusta* presentó una gran heterogeneidad con un rango de densidad que varió entre 1394,5 y 190621,7 semillas/m². Además, presentó un comportamiento distinto entre las áreas soleadas y sombreadas, en general, y entre noviembre y marzo en particular.

Al respecto, el banco de áreas soleadas fue mayor que el de sombreadas (19988,8 semillas/m² DE=19464, 2 y 10813,4 semillas /m² DE=10502,9, respectivamente; p=0,0072).

En cuanto a las fechas de muestreo hubo diferencias (p = 0,0009) con una mayor abundancia de la especie previo a la época de activación del banco en noviembre (19845,31 semillas/m² -DE = 18395,82-) con respecto a marzo (10956,91 semillas/m² -DE =12385,28-). Esta diferencia se debió a la gran densidad de semillas provenientes de la cohorte de sol (Fig. 12).

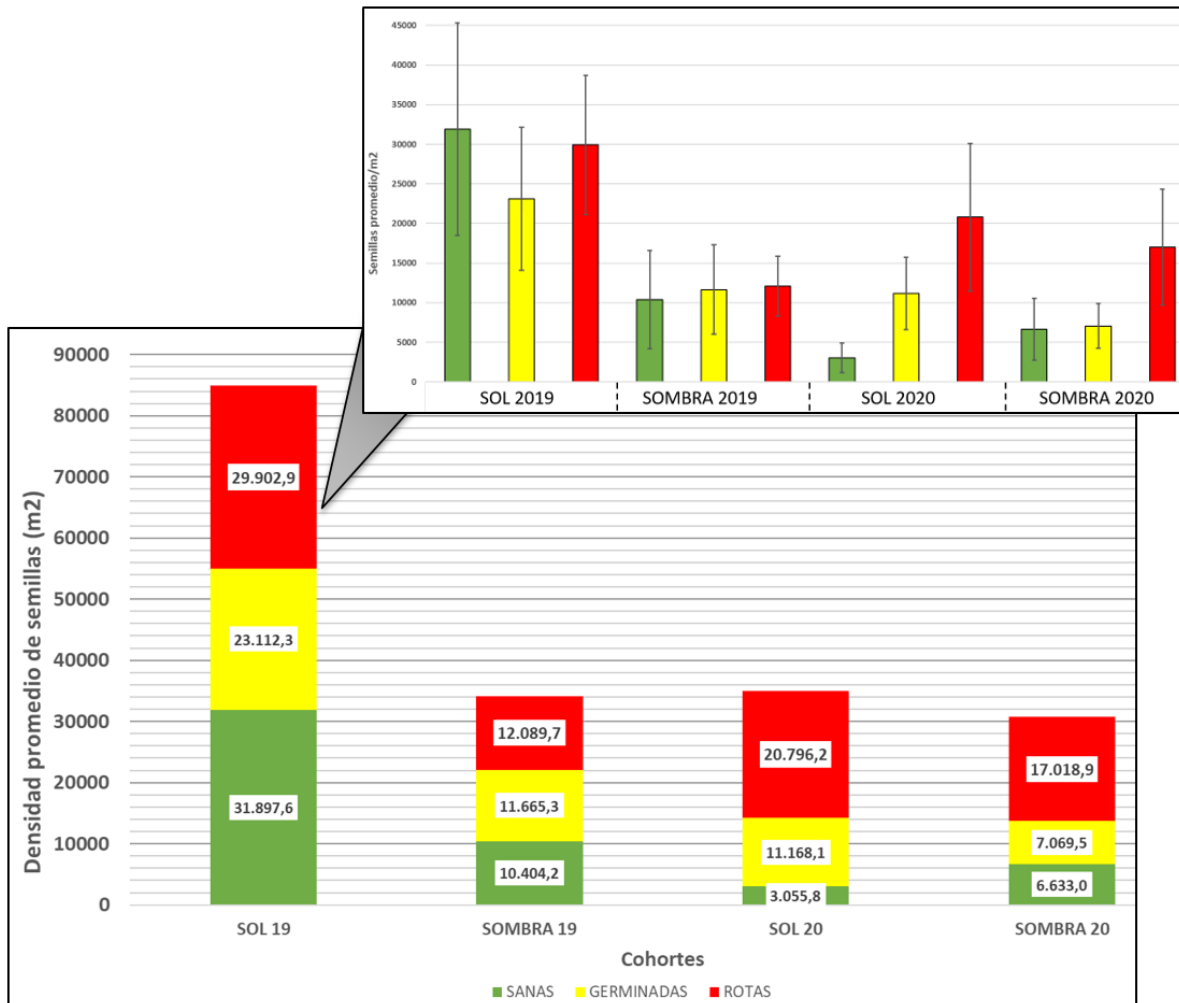


Figura N° 12. Densidad promedio de semillas (m²) por cohorte y por categoría (A). Detalle de cada categoría de semilla indicando la contribución media a la densidad total por categoría (B). Referencias: se muestran las barras de error estándar.

Por otra parte, hubo diferencias significativas en la composición general del banco de semillas ($p = 0,0046$). Las semillas rotas presentaron mayor densidad (Media = 19.951,9; DE = 16.050,6) con respecto a las germinadas (Media = 13253,8 semillas /m²; DE = 12914,7) y las sanas (Media = 12.997,6; DE = 18.667,4) (Fig.13.1 y 14).

Respecto a la densidad de semillas sanas para cada cohorte se pudo observar diferencias significativas ($p = 0,0001$) con un mayor número de estas para el 2019 (Fig. 13.2 y 14).

Para cada fecha de muestreo hubo comportamientos diferentes entre los Bsol y Bsombra. Así, para el 2019 el Bsol fue mayor con respecto al Bsombra (Media = 28.304,3; DE = 20.866,0) y sombra (Media = 11.386,4; DE = 10.249,3) ($p = 0,0001$). Mientras que para el 2020 no hubo diferencias significativas ($p = 0,8360$).

Los mayores aportes de semillas sanas tuvieron diferentes orígenes para cada fecha. Fue mayor en Bsol para noviembre de 2019 y en Bsombra para marzo 2020 (Fig. 13.3 y 14). En el caso de las semillas germinadas y rotas fueron mayores en 2019. Cabe destacar que para ambas fechas el mayor aporte de estas categorías fue siempre de las Bsol.

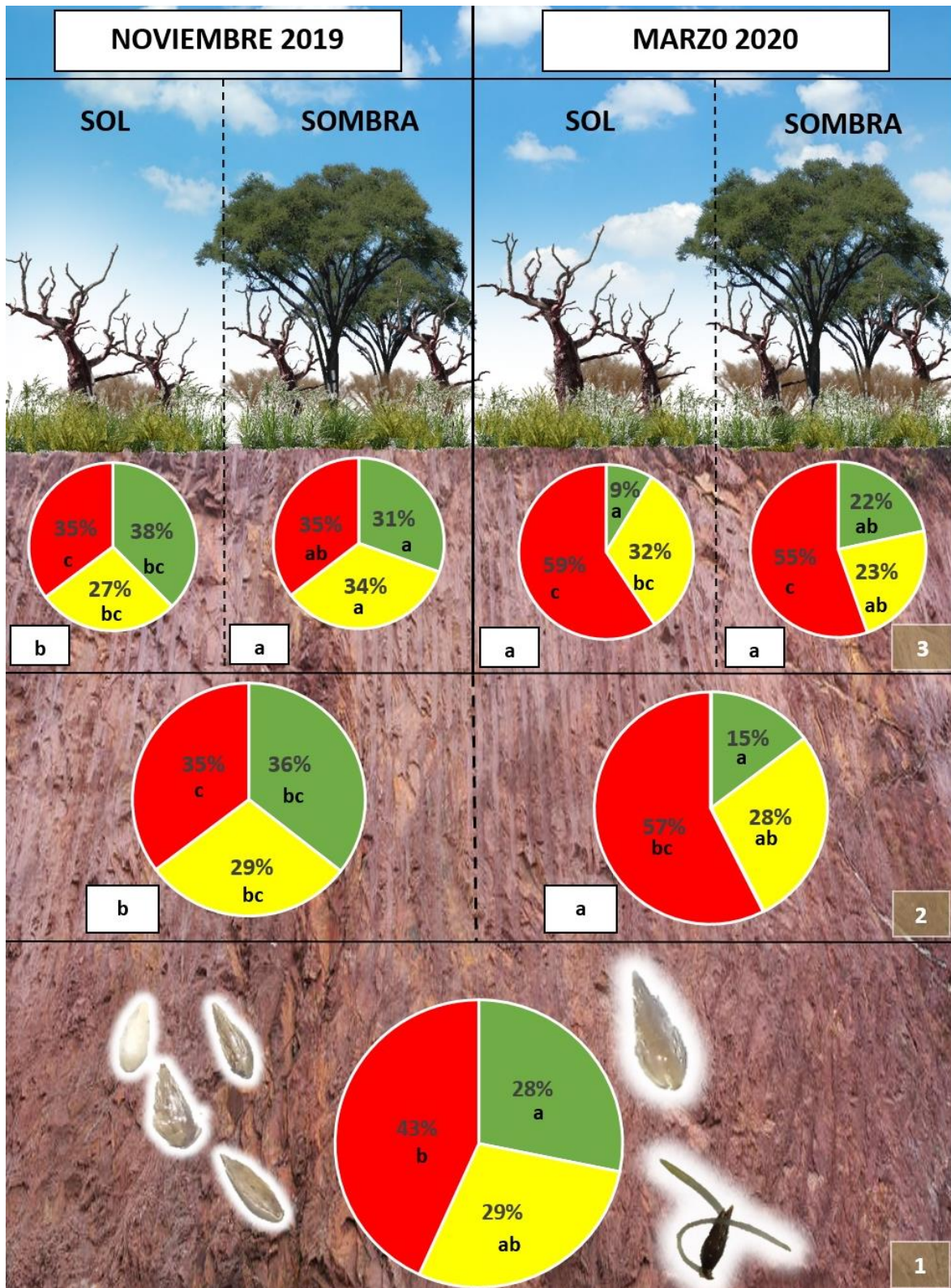


Figura N° 13. Modelo conceptual de la composición del banco de semillas para una población de alpistillo en dos momentos. Elaboración propia. Referencias: verde-semillas sanas; amarillo-germinadas; rojo-dañadas. Letras diferentes indican diferencias ($p < 0,05$). 1- General. 2- Por año; entre años por categoría. 3- Entre Bsol y Bsombra -para cada año- y por categoría.

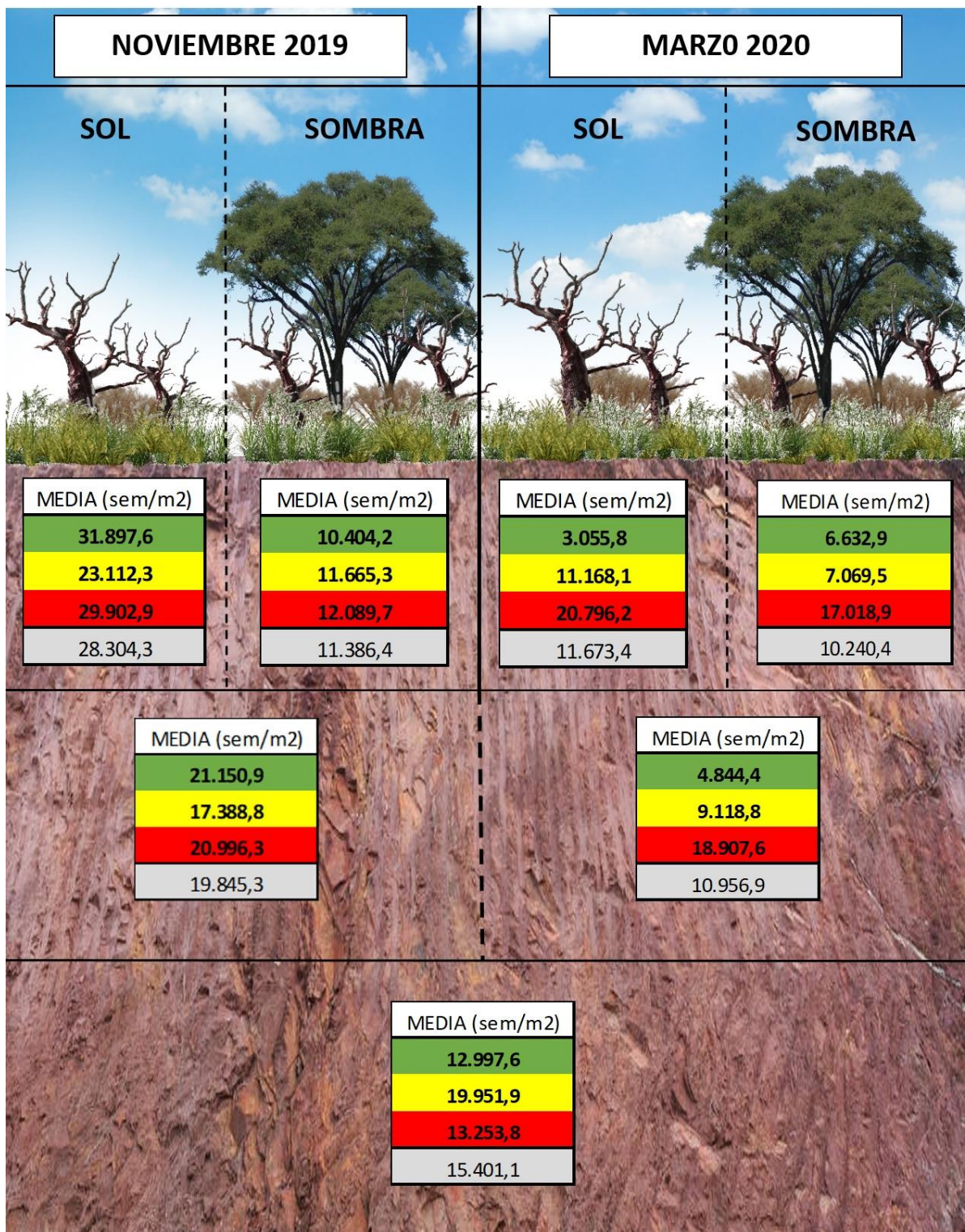


Figura N° 14. Modelo conceptual de la composición del banco de semillas para una población de alfilerillo en dos momentos (semillas promedio/m²). Elaboración propia. Referencias: verde-semillas sanas; amarillo-germinadas; rojo-dañadas; gris-promedio.

DISCUSIÓN

Estudios recientes sobre banco de semillas en áreas de caldenal de la región semiárida central de Argentina han mostrado contribuciones importantes y variables de *P. angusta* al estrato graminoso herbáceo (Ernst et al., 2020). Su presencia es muy notoria en comunidades que han sido disturbadas y que se encuentran en estados sucesionales tempranos ya sea a partir de incendios, quemas o bien de intervenciones mecánicas (Cangiano et al., 2021). Parecería comportarse como especie pionera lo que puede explicar su desaparición de algunas áreas donde fue censada con altas coberturas (Ernst et al. 2020; observación personal en el establecimiento de estudio y en Bajo Verde-FA-UNLPam). Además, el tipo de variación tanto temporal como espacial en el éxito reproductivo que presenta *P. angusta* es bastante habitual en plantas anuales que se desarrollan en ambientes impredecibles o muy heterogéneos, como los ambientes áridos o semiáridos (El-Keblawy, 2017).

Para este tipo de especies, la presencia en el banco permitiría mantener los flujos de reclutamiento suficientes para mantener las poblaciones in situ y brindar la oportunidad de realizar aportes significativos de semillas en condiciones más favorables que retroalimenten el banco (El-Keblawy, 2017). Estos ingresos son cruciales ya que sería esperable por su ciclo de vida anual, la morfología de la semilla y lo observado en el banco que esta especie se comporte como otras del género en cuanto a la longevidad de las semillas conformando bancos de tipo transitorio como lo registrado en *P. arundenacea* (L.) (Sione et al., 2016).

En cuanto a la dinámica del banco 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 (Solbrig & Solbrig, 1984; Harper,

1990; Mortimer, 1996; Bazzaz et al., 2000; Suárez et al., 2021) como de funcionamiento del banco, ambos fuertemente condicionados por la heterogeneidad ambiental a escala fina (Edwards, 1980; Weiner & Solbrig, 1984; Venable & Brown, 1988; Venable, 1989). 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 (Simpson et al., 1989; Harper, 1990; Acosta & Agüero, 2001; Mandák & Pysek, 2001). En este sentido, en el trabajo de Sánchez Rinaldi (2022) se pone de manifiesto que el desarrollo y vigor 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 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, ensayos preliminares de banco han mostrado un porcentaje de germinación de más del 60%.

Es de destacar que el banco de áreas soleadas y sombreadas fue diferente y se correspondió con lo reportado por Sánchez Rinaldi (2022) para ambas cohortes. Así las primeras presentaron las mayores densidades de semillas en coincidencia con el desarrollo de las cohortes de sol que tuvieron mayor fecundidad y éxito reproductivo. El efecto que ambas zonas 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 importancia de las interacciones bióticas y de factores abióticos sobre el tamaño y longevidad de este.

CONCLUSIONES

- ➔ El banco de semillas de la especie presentó una gran variabilidad para cada una de las cohortes en el tiempo (tratamientos y fechas).
- ➔ La densidad total de semillas fue mayor en la primera fecha de muestreo. A su vez, la densidad de semillas en áreas al sol siempre fue mayor que en áreas sombreadas, tal como se había predicho al inicio del trabajo.
- ➔ Sobre el banco de semillas total, la proporción de semillas rotas fue mayor que las sanas y las germinadas. Para el 2020 esta diferencia se acentuó.
- ➔ En 2019, la mayor densidad y proporción de semillas sanas se encontró al sol, mientras que en 2020 se encontraron a la sombra.
- ➔ La proporción de semillas germinadas para ambos años fue semejante, no así la densidad que fue mayor en el 2019. Respecto a la proporción de estas semillas fue mayor a la sombra en el 2019 y mayor al sol en el 2020. Sin embargo, la densidad siempre fue mayor en áreas soleadas.
- ➔ La proporción de semillas rotas no varió entre áreas soleadas y sombreadas para cada año. Pero sí se observó un aumento en la proporción de esta categoría en el 2020.
- ➔ Hay una disminución en la densidad del banco de semillas entre ambas fechas de muestreo que no logra ser contrarrestada con la entrada a partir de la lluvia de semillas de la población que se desarrolla *in situ*.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE *P. angusta* EN PASTOREO

La persistencia de las especies en un determinado ambiente está asociada, entre otros factores, a su estrategia de colonización/recolonización, y consecuentemente, involucra al banco de semillas del suelo (Miles, 1978). Así, el banco de semillas determina el potencial regenerativo, teniendo un efecto marcado en la composición de la comunidad (De Souza Maia, 2006).

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, de manera irregular a través del tiempo. Esto liga el tamaño del banco con la estructura demográfica, y a su vez con las condiciones ambientales del año, dado que flujos de geminación que no logren nuevos individuos fecundos, causarán meras reducciones del banco. Y de esta manera, el desenlace llevaría a un agotamiento paulatino del mismo no solo por disminución de la entrada sino también por la baja persistencia de las semillas (considerando que formarían bancos transitorios). La curva de supervivencia de esta especie respondió a la Tipo III de Deevey con una alta mortalidad en los primeros estados (Sánchez Rinaldi, 2022). En este sentido, para el mantenimiento *in situ* de la especie es importante lograr un buen reclutamiento y posterior establecimiento para garantizar que al menos una parte de los individuos puedan llegar a estados reproductivos.

Estos aspectos biológicos-ecológicos deben ser tenidos en cuenta a la hora de diagramar recomendaciones de manejo, a fin de evitar o disminuir intoxicaciones de ganado en pastoreo. Como punto de partida es fundamental identificar la presencia o no de parches dominantes de *P. angusta* en la comunidad vegetal, dado que son determinantes del riesgo de intoxicación. La

aparición de estos se ve favorecida por la ocurrencia de precipitaciones sobre la media durante el período de establecimiento de plántulas (otoño-invierno), dado que determinarán la contribución de los distintos estados fenológicos a la demografía general.

Si bien existe poca información sobre la acumulación de los alcaloides, en otras especies del género *Phalaris* 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 & Clark, 1971). Teniendo en cuenta que el ganado bovino preferentemente selecciona hojas frente a tallos, la posibilidad de que la intoxicación se manifieste aumenta.

Al respecto, se pueden resaltar algunos aspectos en el marco de la toma de decisiones de manejo para áreas de bosque en nuestra región en aquellos años de explosión demográfica. Uno de ellos podría ser la selección de lote a pastorear y el momento de pastoreo, que se encuentran estrechamente vinculados a la infraestructura y herramientas con las que cuenta el establecimiento.

Respecto a la selección del lote, se deben elegir en primer lugar aquellos cuya fisonomía sea de bosque abierto por sobre los cerrados, asumiendo una mayor incidencia de luz en el estrato gramíneo herbáceo. Esto, basándose en datos demográficos aportados por Sánchez Rinaldi (2022), demostrativos de que en áreas soleadas hay un mayor aporte de semillas con menor producción de biomasa, mientras que las áreas sombreadas se caracterizan por un mayor desarrollo vegetativo con acumulación de biomasa, pero con menor fecundidad. Por ello, la selección de lotes con mayor ingreso de luz a los estratos inferiores permitiría intervenir en dos sentidos. Por un lado, disminuir el consumo de alcaloides por la menor biomasa de *Phalaris* disponible (que debería ser consumido en combinación con otras especies). Por otro, disminuir el aporte de nuevas semillas al banco, disminuyendo los nuevos ingresos. Esto podría llevar a pensar también en pastoreos con rotaciones periódicas, condicionado en primera medida a las

instalaciones y la capacidad logística del establecimiento (personal disponible, alambrados, etcétera). Pero esta idea se puede ver desalentada considerando que autores indican que los síntomas pueden manifestarse en un lapso muy variable de tiempo, que va de pocos días hasta varias semanas (Odriozola et al. 1991). A su vez, se menciona un cuadro retardado de intoxicación con *Phalaris* que se presenta luego de varios meses de superado el agudo o crónico, que dificulta el posterior consumo de alimento (Gava et al., 1999; Cantón et al., 2010).

Respecto al momento de pastoreo, se recomienda retrasarlo hasta estados fenológicos avanzados. Con esto se espera que se cumpla el ciclo vegetativo de la planta, comenzando el pastoreo hacia fines de primavera y principios de verano. Esto, combinado con la selección del lote, consistiría en demorar el ingreso a aquellos lotes con bosque cerrado, que reportan mayor desarrollo vegetativo, esperando su finalización de ciclo. Estas prácticas se respaldan también en recomendaciones de técnicos de INTA (Stefanazzi, 2017) y en reportes de henificado de otras especies de *Phalaris* realizadas en EEUU, en donde se comprobó que la henificación de forraje (situación análoga al momento de finalización del ciclo vegetativo de la planta), reduce el contenido de alcaloides (Tosi & Wittenberg, 1993). También se recomienda evitar el pastoreo intensivo en los períodos de poca luminosidad como son los días nublados y el amanecer (Gallagher et. al., 1966), suponiendo una mayor concentración de alcaloides en esa condición.

Además de las cuestiones de manejo mencionadas, en foros ganaderos mencionan la posibilidad de suministrar 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 (Demanet Filippi, 2019; Benedetto, 2018). Puntos a considerar serían: por un lado, que la suplementación con cobalto no supone un elevado riesgo de intoxicación, dado que las premezclas comerciales tienen concentraciones bajas, sumado a una tolerancia relativamente alta en relación al requerimiento del animal (casi 100 veces según Mufarrege,

1999). Por otro lado, en caso de realizar una suplementación, lo aconsejable sería hacerlo en el agua de bebida, para homogeneizar el consumo en el rodeo.

Si bien estas prácticas de manejo podrían ser de significancia para reducir las pérdidas, lo principal es el seguimiento activo del rodeo después del ingreso a lotes con parches dominantes de *Phalaris* dada la escasez de los tratamientos curativos.

Sería enriquecedor complementar la información con estudios que ayuden a comprender en mayor profundidad el comportamiento de los alcaloides en el ciclo de vida de la planta y la relación con los suplementos con cobalto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a nuestra directora, Carla Suárez, por su constante apoyo y paciencia, trabajando codo a codo con nosotros para lograr llevar a cabo el presente trabajo. También agradecer a Ricardo Ernst, nuestro codirector, por su acompañamiento.

Queremos destacar la participación de la estudiante Valeria Velásquez García por su dedicación, tiempo y esfuerzo al inicio de este trabajo, que resultó de gran importancia en su desarrollo.

Es importante mencionar también la buena predisposición del establecimiento Pichi Carhue, que nos abrió sus puertas -tranqueras- para poder llevar a cabo este estudio.

Por último, no menos importante, agradecer a nuestra casa de estudios, la Facultad de Agronomía de la UNLPam, por poner a disposición las instalaciones del campus para el desarrollo del trabajo, así como también por proveernos los medios necesarios para realizar la toma de datos en el establecimiento Pichi Carhué.

ANEXO DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla N°1. Densidad de semillas del banco de *Phalaris Angusta* (semillas/m²)

BS de PHALARIS ANGUSTA												
MUESTRA	NOVIEMBRE DE 2019						MARZO DE 2020					
	SOL 19			SOMBRA 19			SOL 20			SOMBRA 20		
	SANAS	GERMINADAS	ROTAS	SANAS	GERMINADAS	ROTAS	SANAS	GERMINADAS	ROTAS	SANAS	GERMINADAS	ROTAS
1	19401,7	13278,0	21948,2	13278,0	26859,2	8367,0	0,0	788,2	1818,9	303,2	3334,7	7215,0
2	5456,7	12974,9	14551,3	1637,0	1637,0	14611,9	727,6	12671,7	5517,4	363,8	4789,8	10610,3
3	29708,9	15582,0	24858,4	4183,5	12186,7	20189,9	1818,9	14308,8	29648,2	16370,2	7518,2	47412,9
4	6244,9	38682,1	20917,5	2485,8	788,2	1818,9	0,0	727,6	1515,8	1212,6	7154,4	13217,4
5	61054,7	24373,4	65965,8	970,1	3516,6	970,1	12611,1	14551,3	59963,4	1394,5	5759,9	12974,9
6	7457,5	12550,5	7215,0	5032,3	11701,7	24737,2	2667,7	5699,2	14005,6	14369,4	20371,8	20493,0
7	6790,6	16855,2	25525,4	40682,9	14308,8	12550,5	3092,1	31103,4	36620,7	14248,1	8548,9	24130,9
8	64146,9	15400,1	42926,3	11762,3	8185,1	16734,0	2607,1	12126,1	22069,4	17643,4	10852,8	32437,2
9	46079,0	12611,1	25949,8	20735,6	34619,9	12489,8	1273,2	3698,4	7518,2	424,4	1697,6	970,1
10	72635,1	68815,4	49171,2	3274,0	2849,6	8427,6	5759,9	16006,4	29284,4	0,0	666,9	727,6
PROMEDIO	31897,6	23112,3	29902,9	10404,2	11665,3	12089,7	3055,8	11168,1	20796,2	6633,0	7069,5	17018,9
TOTAL	318976,1	231122,8	299028,7	104041,6	116652,7	120896,8	30557,7	111681,0	207962,0	66329,6	70694,9	170189,3
DESVÍO EST	26867,2	17979,7	17626,0	12385,5	11255,3	7529,8	3767,9	9115,1	18631,7	7836,0	5621,1	14587,4

Tabla N°2. Categoría de semillas general.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	CAT	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
D	G	40	13253,79	12914,70	12156,38	59,25	10,78	0,0046
D	R	40	19951,92	16050,60	15672,94	73,85		
D	S	40	12997,62	18667,44	5244,52	48,40		

Trat.	Medias	Ranks
S	12997,62	48,40 A
G	13253,79	59,25 A B
R	19951,92	73,85 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla N°3. Diferencias entre fechas de muestreo por categoría de semillas sin diferenciar luminosidad.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	CAT	TRAT1	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H
D	G	1	20	17388,77	15735,87	13126,46	68,98	24,88
D	G	2	20	9118,80	7664,44	7336,27	49,53	
D	R	1	20	20996,28	16047,46	18461,93	78,18	
D	R	2	20	18907,56	16400,77	13611,51	69,53	
D	S	1	20	21150,88	23155,14	9609,90	66,10	
D	S	2	20	4844,36	6259,20	1606,70	30,70	

Trat.	Medias	Ranks
S:2	4844,36	30,70 A
G:2	9118,80	49,53 A B
S:1	21150,88	66,10 B C
G:1	17388,77	68,98 B C
R:2	18907,56	69,53 B C
R:1	20996,28	78,18 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla N°4. Diferencias entre fechas de muestreo sobre total de semillas sin diferenciar por categoría ni luminosidad.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRAT1	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
D	1	60	19845,31	18395,82	13793,40	71,08	11,11	0,0009
D	2	60	10956,91	12385,28	7184,69	49,92		

Trat.	Medias	Ranks
2	10956,91	49,92 A
1	19845,31	71,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura N° 1. Porcentaje de semillas sanas para cada cohorte en cada momento. Elaboración propia.

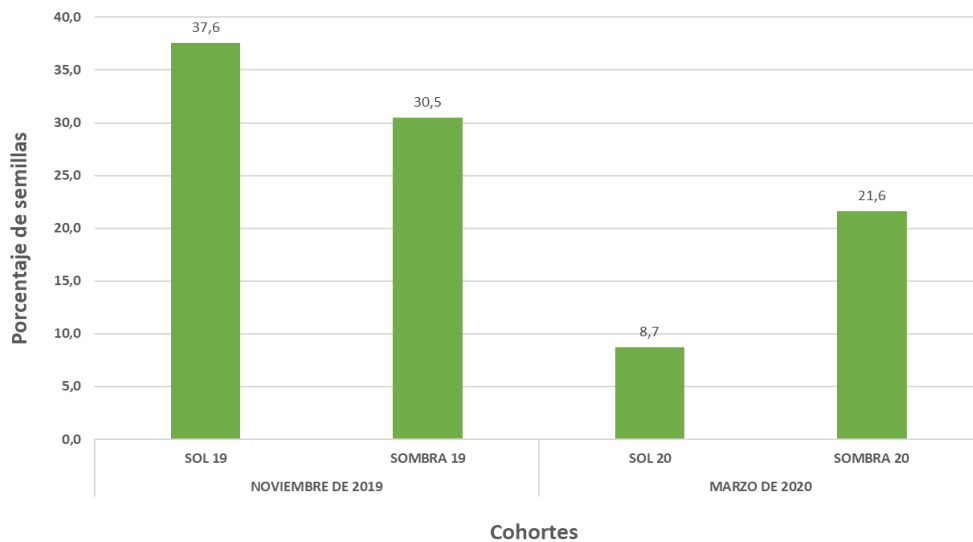


Figura N° 2. Porcentaje de semillas germinadas para cada cohorte en cada momento. Elaboración propia.

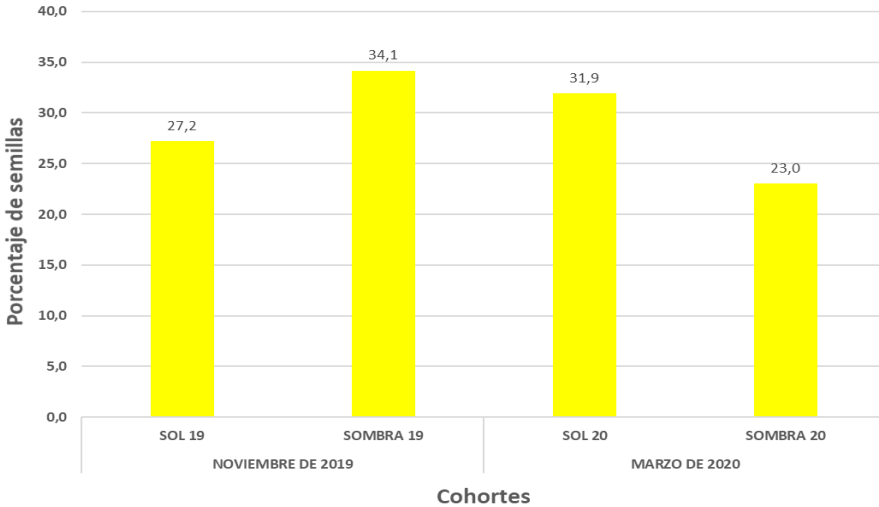
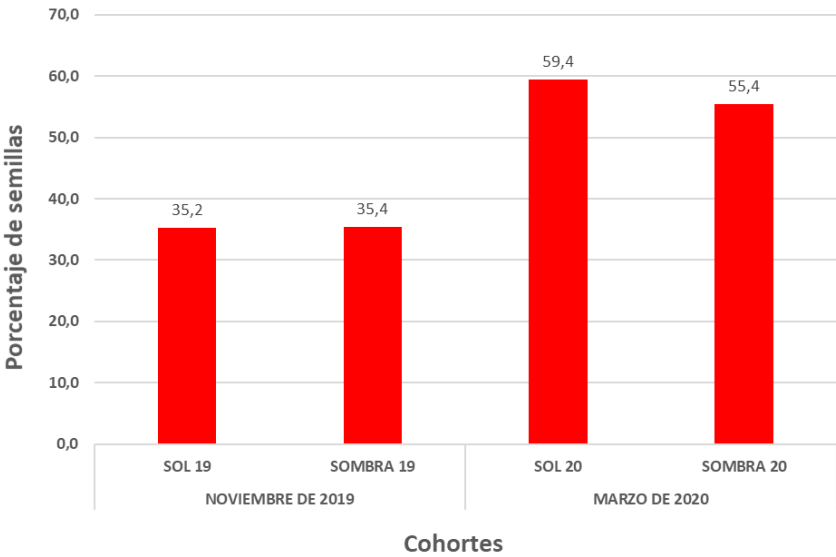


Figura N° 3. Porcentaje de semillas dañadas o rotas para cada cohorte en cada momento. Elaboración propia.



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*. Ed. Plaza y Valdés S.A.
- Baker, H. G. (1989). Some aspects of the natural history of the seed banks. In M. A. Leck, V. Parker. & R. L. Simpson (Eds). *Ecology of soil seed banks* (pp. 9-21). Academic Press INC.
- Baskin, J. M. & Baskin, C. C. (1978). The seed bank in a population of an endemic plant species and its ecological significance. *Biological Conservation* 14, 125–130.
- Bazzaz, F. A., Ackerly, D. D. & Reekie, E. G. (2000). Reproductive allocation in plants. In: M. Fenner (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. (pp. 1-29) CAB International, 2nd edition.
- 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/>
- Bresky, F. (2015). *Casos de Intoxicación con Phalaris spp. diagnosticados en rumiantes durante el período 2001-2014 por el grupo de Sanidad Animal de INTA EEA Balcarce*. Monografía Posgrado en Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- 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. XXXVII Jornadas Argentinas de Botánica. Desde el 9 al 13 de septiembre de 2019. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 54. 134.
<https://botanicaargentina.org.ar/boletin-54-suplemento/>

Cangiano, M. L., Cendoya M. A., Álvarez Redondo, M., Ernst, R. D., Gómez, M. M., Larroulet, M. S., López, G. E. , Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Suárez, C. E., Sawczuk, N., Reyes, M., Risio Allione L. & Bogino. S. M. (2021). Ecosystem Services of the *Prosopis caldenia*. Woodlands in the Argentinean Pampas. In: Ronan Batista (Ed.), *Prosopis. Properties, Uses and Biodiversity. Plant Science Research and Practices*. (p 1-68). Nova Science Publishers, Inc.

Cano E. (1988). *Pastizales naturales de La Pampa. Descripción de las especies más importantes*. AACREA.

Cano E., Fernández, B. y Montes, M. (1980). La Vegetación de la Provincia de La Pampa y Carta de Vegetación 1:500000. En *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. INTA -Prov. de La Pampa- Fac. de Agronomía.

Cantón, G., Campero, C., Villa, M. & Odriozola, E. (2010). Acute and chronic nervous signs in cattle associated with *Phalaris angusta* poisoning in Argentina. *Pesq. Vet. Bras.* 30 (1), 63-66.

Chandrashekara U. M. & Ramakrishnan, P. S. (1993). Germinable Soil Seed Bank Dynamics During the Gap Phase of a Humid Tropical Forest in the Western Ghats of Kerala, India. *J. Trop. Ecol.*, 9 (4), 455-467.

Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, Inc.

- Dalling, J. W. (2002). Ecología de semillas. En M. R. Guariguata y G. H. Kattan (Eds.) *Ecología y Conservación de bosques neotropicales* (pp. 345-375). Primera edición. Ediciones LUR.
- Demagnet Filippi, R. (2019) Gramíneas perennes. Universidad de La Frontera. [Biblioteca Digital de la Web Punto Ganadero]
https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc1c1b3dc419.pdf
- De Souza Maia, M., Maia F. C. & Pérez M. A. (2006). Soil seed banks. *Agriscientia XXIII (1)*, 33-44.
- 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>
- Dupuy, J. M. & Chazdon, R. L. (1998). Long-term effects of forest regrowth and selective logging on the seed bank of tropical forests in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, 30 (2). 223-237.
- Edwards, M. (1980). Aspects of the population ecology of charlock. *Journal of Applied Ecology* 17, 151-171.
- El-Keblawy A. (2017). Germination response to light and temperature in eight annual grasses from disturbed and natural habitats of an arid Arabian desert. *Journal of Arid Environments*. 147, 17-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.08.002>
- Ernst, R. D., Morici, E., Estelrich, H. D. y Vásquez, V. D. (2018). Banco de semillas germinable de especies del pastizal en un área de renoval de *Prosopis caldenia* sometido a rolado

- selectivo. En V. Rusch, G. Caballé, S. Varela, J. P. Diez (Eds). Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles . 1ª ed. Ediciones INTA (pp. 171-183).
- Ernst, R. D., Suárez, C. E., Estelrich, H. D., Morici, E. y Campos M. A. (2020). Fachinales de *Prosopis caldenia* intervenidos por distintos manejos: análisis desde su banco de semillas. *Ecología Austral*, 30 (3) December 2020, 331-496. Asociación Argentina de Ecología. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.3.0.989>
- Fenner, M. (1985). *Seed Ecology*. Chapman & Hall.
- Foresto, E., Amuchástegui, M. A., Nuñez, C. O. e Ibarra, L. E. (2020). El banco de semillas del suelo. Una metodología experimental sencilla, reproducible y de bajo costo para aprender sobre la biología de las malezas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19, (núm. 1). Universidad de Cádiz.
- Gallagher, C., Koch, J. & Hoffman, H. (1966). Diseases of sheep due to ingestion of *Phalaris tuberosa*. *Aust. Vet. J.* 42, 279-286.
- García y Santos C. y Capelli A. (2016). Intoxicaciones por plantas y micotoxinas en rumiantes diagnosticadas en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 52 (201), 28-42.
- Garwood, N. C. (1989). Tropical soil seed banks: a review. In M. A. Leek, V. T. Parker, & R. L. Simpson (Eds.) *Ecology of soil seed banks*. (pp. 149-209). Academic Press INC.
- Gava, A., Sousa, R., Deus, M., Pilati, C., Cristani, J., Mori, A. & Neves, D. (1999). *Phalaris angusta* (Gramineae) como causa de enfermidade neurológica em bovinos no Estado de Santa Catarina. *Pesq. Vet. Bras.* 19 (1), 35-38.
- Harper, J. L. 1990. *Population biology of plants*. Eighth 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.Goiania].

Khurana, E. & Singh, J. S. (2001). Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Current Science*, 80 (6), 748-757.

Kruskal, W. H. & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks on one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47, 583-621.

Leishman, M. R. & Westoby M. (1998). Seed size and shape are not related to persistence in soil in Australia in the same way as in Britain. *Functional Ecology* 12, 480-485.

Mandák, B. & 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 Antiquality components of forages. *Crop Science Science American* (pp. 15-31). Special, Madison, WL Publ. 4.

Miles, J. (1978). *Vegetation Dynamics* (p. 80). London: Chapman and Hall.

- 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., Kin, A., Ernst, R., Mazzola, M. B, Fernández, B., Berrueta, M. A., Estelrich, D. y Poey, S. (2000). *Banco de Semilla de Piptochaetium napostaense y Poa ligularis al incrementarse la distancia a la aguada en el bosque de Prosopis caldenia.* (pp. 102-103).
- Mortimer, A. M. (1996). Capítulo 2. La clasificación y ecología de las malezas. En: R. Labrada, J. C. Caseley y C. Parker (Eds.) *Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal.* <http://www.fao.org/>
- Mufarrege. D. J. (1999). *Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina.* EEA INTA Mercedes, Corrientes [Trabajo de divulgación técnica]. https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/60-minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf
- Odriozola, E. (2015). Plantas y sustancias tóxicas para el ganado. En *Maskana Ier Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos, 2015* (pp. 149-161). [Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca].
- Odriozola, E., Campero, C., López, T., Marin, R., Casano, G. & Andrada, M. (1991). Neuropathological effects and deaths of cattle and sheep in Argentina from *Phalaris angusta* *Article in Veterinary and human toxicology.* 33 (5) November 1991.
- 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, 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.
- Prina A., Muiño, W. González, M. Tamame, A. Beinticinco, L., Mariani D., y Saravia V. (2015). *Guía de Plantas del Parque Nacional Lihué Calel*. 1a ed. Santa Rosa Visión 7.
- Quiroz, J., V. Lapace, A, Rodriguez y S. Lapace. 2011. *Plantas tóxicas para el ganado en la Cuenca del Salado*. INTA.
- 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) 2008*, 123-130. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a15v7n1-2.pdf>
- Roberts, H. A., (1981). Seed banks in soils. En T. H. Coaker (Ed.). *Advances in Applied Biology* 6, 1-55. London: Academic Press.
- Rodríguez, A., Jacobo, E., Roitman, G., Miñarro, F., Preliasco, P. & 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*, 026 (02), 150-165. Recuperado. <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/ecologiaaustral/>
- Rossi, C. A., González, G. L., De Magistris, A. A. y Torr , 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.

- Rossi, C. A. (2014). *Plantas de interés ganadero de la región del bajo Delta del Paraná, Argentina*. 1a ed. - Lomas de Zamora: Editorial UNLZ. Facultad de Ciencias Agrarias.
- 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.
- Sánchez Rinaldi, B. (2022). *Algunos atributos poblacionales de Phalaris angusta, especie tóxica de interés regional*. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa.
- Simpson, R. L., Leck, M. A. & Parker, V.T. (1989). Seed banks: general concepts and methodological issues. In M. A. Leck, V. T. Parker, R. L. Simpson (Eds.) *Ecology of soil seed banks* (pp. 3-8). New York: Academic Press.
- Sione, S. M. J., Ledesma, S. G., Rosenberger, L. J., Wilson, M. G, y 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)*. Recuperado en 08 de junio de 2023. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1666-77192016000100008&lng=es&tlng=es.
- Solbrig, O. T. & Solbrig, D. J. (1984). Size inequalities and fitness in plant populations. *Oxford Survey in Evolutionary Biology 1*, 141-159.
- Stefanazzi, I. (29 de noviembre de 2017). Detectan gramínea tóxica en pastizales de La Pampa. INTA Informa. <https://intainforma.inta.gob.ar/detectan-graminea-toxica-en-pastizales-de-la-pampa/>
- 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 V. Rusch, G. Caballé, S. Varela, J. P. Diez (Eds.) *Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles* (pp. 294-305). 1ª ed. San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA.
- 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. XXXVII Jornadas Argentinas de Botánica. Desde el 9 al 13 de septiembre de 2019. Tucumán. 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., Miranda, A., Sánchez Rinaldi, B., Arrigone Ghizzo, R. A. y Velásquez García, V. (2020). *Alpistillo, especie tóxica de interés regional*. Publicado 26 de marzo de 2020, en Contexto Universitario on-line. <http://contexto.unlpam.edu.ar/index.php/articulos/investigacion/38-alpistillo-especie-toxica>
- 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. Organizada por el Instituto de Ecología Regional y la Asociación Argentina de Ecología, del 4 al 6 de agosto. Área temática: Ecología de Poblaciones, Póster. Modalidad virtual]
- Templeton, A. R. & Levin, D. A. (1979). Evolutionary consequences of seed pools. *American Naturalist*, 114, 232-249.

- Thompson, K. (2000). The functional ecology of seed banks. En M. Fenner (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. (pp. 215-235). 2nd edition. CAB International.
- Tosi, H. R. & Wittenberg K.M. (1992). *Harvest alternatives to reduce the alkaloid content of reed canarygrass forage*. Department of Animal Science, University of Manitoba.
- 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 - Facultad de Agronomía UNLPam.
- Troiani H. O., Steibel, P.E., Alfonso, G.L. y Prina, A.O. (1993). *Flora del Parque Nacional Lihue - Calel. Primera entrega: Catálogo de las especies*. Cátedra de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.
- Uhaldegaray A. y M. Rollhauser. (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 de graduación de la Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa.
- Venable, D. L. & 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. En M. A. Leck, V. T. Parker, R. L. Simpson (Eds.) *Ecology of soil seed Banks* (p. 67-86). Academic Press, INC.

Weiner, J. & Solbrig, O.T. (1984). The meaning and measurement of size hierarchies.
Oecologia 61, 334-336.

Woods, D. L. & Clark, K. W. (1971). Genetic control and seasonal variation of some alkaloids
in reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 51, 323-329.