



ALGUNOS ATRIBUTOS POBLACIONALES DE *Phalaris angusta*, ESPECIE TÓXICA DE INTERÉS REGIONAL

Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Sánchez Rinaldi, Branko

Directora:

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

Codirector:

Dr. Ing. Agr. HÉCTOR DANIEL ESTELRICH
Ecología Vegetal- FA-UNLPam

Evaluable:

Dr. Ariel Miranda
INTA-ANGUIL
Mg. Ricardo D. Ernst
FCEyN-UNLPam

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Santa Rosa (La Pampa) - Argentina 2022

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5
Objetivo general.	8
Objetivos específicos.	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Descripción del área.	9
Descripción botánica de la especie.	10
Toxicidad vs. Calidad forrajera.	11
Seguimiento de la población.	13
Precipitaciones y medición de la radiación.	15
Caracterización de la comunidad-Censo florístico.	15
Análisis de datos.	15
RESULTADOS	16
Estructura y composición de la comunidad donde se desarrollaron las cohortes.	16
Precipitaciones y radiación solar.	17
Supervivencia y atributos vegetativos de la población.	19
Componentes del sistema reproductivo.	22
DISCUSIÓN	22
CONSIDERACIONES FINALES	25
AGRADECIMIENTOS	26
BIBLIOGRAFÍA	27

RESUMEN

Phalaris angusta (alpistillo) es una especie nativa presente en los ecosistemas de la región semiárida central de Argentina. En la provincia de La Pampa, se ha observado un aumento en su distribución geográfica. Trabajos recientes muestran su presencia dominante en pastizales con mayor cobertura de leñosas, en renovales densos de caldén, situación también reflejada en el banco de semillas de esas áreas. En todos los casos su presencia se relaciona con incendios o prácticas de manejo que implican disturbios tales como, rolados y quemas prescritas. 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 la supervivencia y la fecundidad del alpistillo en condiciones de sol y sombra. El trabajo se desarrolló en el Establecimiento Pichi-Carhue (RP N°18), donde la vegetación de un área de bosque postincendio estuvo representada por renuevos y rebrotes de caldén y arbustos. En una clausura se realizó el seguimiento de dos cohortes de julio a diciembre de 2019, cuyo estado inicial fue de plántula: una se desarrolló en un área soleada con intercepción de luz entre 5-10%, y otra en un área sombreada con 80% de intercepción por estratos leñosos. En ambos tratamientos se colocaron al inicio 80 aros (N=160), mensualmente se colectaron 10 (método extractivo). Se utilizó ANOVA a una y dos vías. El alpistillo presentó la mayor cobertura en el estrato gramíneo-herbáceo, seguido por *Amelichloa brachychaeta* y *Jarava ichu*. El estrato arbustivo estuvo representado por renuevos y rebrotes de *Prosopis caldenia*, *Condalia microphylla* y *Schinus jhonstonii*. Hubo diferencias en las curvas de supervivencia para ambas cohortes. La supervivencia para los estados de planta con macollo y reproductivo fueron de 36% y 1,85% para la cohorte del área soleada, y 47% y 1,05% para la de sombra, respectivamente. La altura de las plantas, la densidad de los macollos/planta y la densidad de hojas/macollo hacia el final del ciclo fue mayor en la cohorte desarrollada al sol. Los indicadores de fecundidad: número de panojas/flores/semillas por planta, también fueron mayores para esta cohorte (2,37; 144,25; 141,62, respectivamente) en relación con la de sombra (1,25; 98,12; 54,75, respectivamente). Las áreas sombreadas favorecerían los estados vegetativos del alpistillo mientras que las soleadas los reproductivos.

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

ABSTRACT

Phalaris angusta (alpistillo) is a native species present in the ecosystems of the central semi-arid region of Argentina. In recent years, an increase in its geographical distribution has been observed in La Pampa province. Recent works show its dominant presence in grasslands with greater woody coverage, in dense caldén encroachments, a situation also reflected in the seed bank of these areas. In all cases, their presence is related to fires or management practices that involve disturbances such as rolling and prescribed burning. The interest of his study lies in the numerous poisonings of domestic cattle registered in areas of the caldén forest, where cases of mortality have been reported. The objective of this work was to evaluate the survival and fecundity of the alpistillo in the sunny y shadow areas. The work was developed in the Pichi-Carhue Establishment (RP N ° 18), where the vegetation of an area of post-fire forest was

represented by shoots and basal sprouts of calden and shrubs. In a closure, two cohorts of alpastillo (from July to December) whose initial state was as a seedling were followed: sunny area with light interception between 5-10%, and shaded area with 80% of interception by woody strata. In both treatments, 80 rings (N = 160) were placed at the beginning, 10 were collected monthly (extractive method). One and two-way ANOVA; Friedman) was used. The alpastillo presented the highest coverage in the gramineous-herbaceous stratum, followed by *Amelichloa brachychaeta* and *Jarava ichu*. The shrub layer was represented by shoots and shoots of *Prosopis caldenia*, *Condalia microphylla* and *Schinus jhonstonii*. There were differences in the survival curves for both cohorts. Survival for the tillering and reproductive plant states were 36% and 1.85% for sunny area, and 47% and 1.05% for shaded area, respectively. Plant height, tiller / plant density, and leaf / tiller density towards the end of the cycle were higher in sunny area. The fertility indicators: number of panicles / flowers / seeds per plant, were higher in sunny area (2.37; 144.25; 141.62, respectively) than in shaded area (1.25; 98.12; 54.75, respectively). The shaded area would favor the vegetative states of the wasteland while sunny area the reproductive ones.

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

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 Agrasar *et al.*, 2005). En La Pampa se la menciona como una especie común en depresiones húmedas sin salinidad, para cañadones y cursos de agua temporarios en Lihue Calel, en la Sierra Chica (Cano *et al.*, 1980; Troiani *et al.*, 1993; Prina *et al.*, 2015) y en el Bajo del Guanaco. En un trabajo sobre conservación de germoplasma de forrajeras nativas, Traverso *et al.*, (2005) coleccionaron en 1999 *Phalaris angusta* al oeste de Realicó (Mariano Miró) y en 2003 al sur de Winifreda (Bajo el Guanaco). Actualmente se la encuentra ampliamente distribuida en ambientes del área del bosque de caldén y, además, ha sido registrada con altos valores de cobertura y una importante contribución en el banco de semillas del suelo en distintos estudios realizados en fachinales intervenidos o incendiados (Rollhauser y Uhaldegaray, 2015; Ernst *et al.*, 2018; Suárez *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2019; Suárez *et al.*, 2019; Ernst *et al.*, 2020).

De esta manera, se ha observado 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 muy alta producción de follaje y semillas (observación personal).

Así como numerosos trabajos mencionan a esta especie como tóxica para el ganado (Odrizola *et al.*, 1991; Job Serodio, 2011; Odrizola, 2015; García y Santos *et al.*, 2016), muchos otros (incluso contemporáneos) mencionan su buena calidad forrajera sin mencionar su toxicidad (Rossi *et al.*, 2009; Rossi, 2014; Rodríguez *et al.*, 2016). 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. El hecho de formar parte de la flora nativa de los pastizales de la región (Cano *et al.*, 1980; Troiani *et al.*, 1993; Traverso *et al.*, 2005; Prina *et al.*, 2015) 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 presencia como dominante en la comunidad del pastizal y, por ende, en la dieta del ganado, además del manejo del pastoreo.

En cuanto a la toxicidad y su relación con su efecto sobre el ganado, es importante destacar que no siempre se manifiesta o detecta una intoxicación con la simple presencia de la especie y su consumo. Su manifestación puede depender de la conjugación de varios factores ya sea vinculados a la planta, al ambiente o al animal. Entre los dos primeros, juega un papel muy importante el estado vegetativo en que se encuentre aquella planta que sea tóxica, ya que algunas pueden ser más perjudiciales al momento del rebrote (algunos casos de sorgos), mientras que otras lo son cuando florecen y/o fructifican (semillas). Algunas aumentan su toxicidad cuando crecen en suelos fertilizados, otras lo hacen después de la quema de los campos o también en situaciones de sombreado por canopeo denso (Gallagher, Koch y Hoffman, 1966). La mayoría de las plantas de estas características son muy resistentes a condiciones adversas como son la sequía y las heladas (Bruneton, 2001). En cuanto a los vinculados al animal, se encuentra la alta carga que favorece el sobrepastoreo, obligando al ganado a ingerir todo tipo de pastos, entre los que se podrían hallar especies tóxicas que en otras situaciones serían evitadas (Avendaño y Flores, 1999).

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). Todos estos conocimientos permiten tener una visión y un entendimiento de la complejidad de factores que acompañan los cambios que se presentan en estas poblaciones en todas las etapas de crecimiento y desarrollo. De esta manera, la demografía define tanto la estructura como la dinámica de las mismas y puede ser deducida desde las estrategias adoptadas en los diferentes estados del ciclo de vida de las plantas (Harper, 1990).

En este contexto, el estudio de la biología-ecología del alpistillo dentro y fuera de áreas cubiertas por leñosas, es fundamental y un primer paso para comprender algunos de los factores que acompañan los cambios que se presentan en sus poblaciones.

Hipótesis

La calidad del hábitat en cuanto a presencia o ausencia de cobertura de leñosas provoca cambios en los atributos vegetativos y reproductivos de las cohortes de *Phalaris angusta* que en ellos se desarrollan.

Predicción

- Áreas soleadas favorecen atributos reproductivos mientras que áreas sombreadas favorece atributos vegetativos.

Objetivo general.

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

Objetivos específicos.

A nivel poblacional.

- Evaluar la supervivencia y la fecundidad en cohortes provenientes de áreas soleadas y sombreadas de vegetación.

A nivel de comunidad.

- Caracterizar la comunidad vegetal.
- Determinar la radiación solar incidente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área.

El trabajo se desarrolló en el Establecimiento Pichi Carhue, sobre la Ruta Provincial N° 18, a 15 km del cruce con la Ruta Nacional N° 35 (Fig.1). El potrero seleccionado estaba cubierto por un bosque abierto de *Prosopis caldenia* que tuvo un incendio muy intenso en 2018, regenerándose una comunidad representada especialmente por renuevos y rebrotes basales de caldén (*P. caldenia*), molle (*Schinus fasciculatus*) y piquillín (*Condalia microphylla*) (Fig. 2). Además, de una alta densidad de plántulas de especies anuales entre las que predominó el alpistillo. En cuanto al rodeo, en este potrero y otro aledaño, se produjo una gran mortandad de animales, 280 muertes de un total de 600 cabezas, por intoxicación atribuida a *Phalaris angusta*.

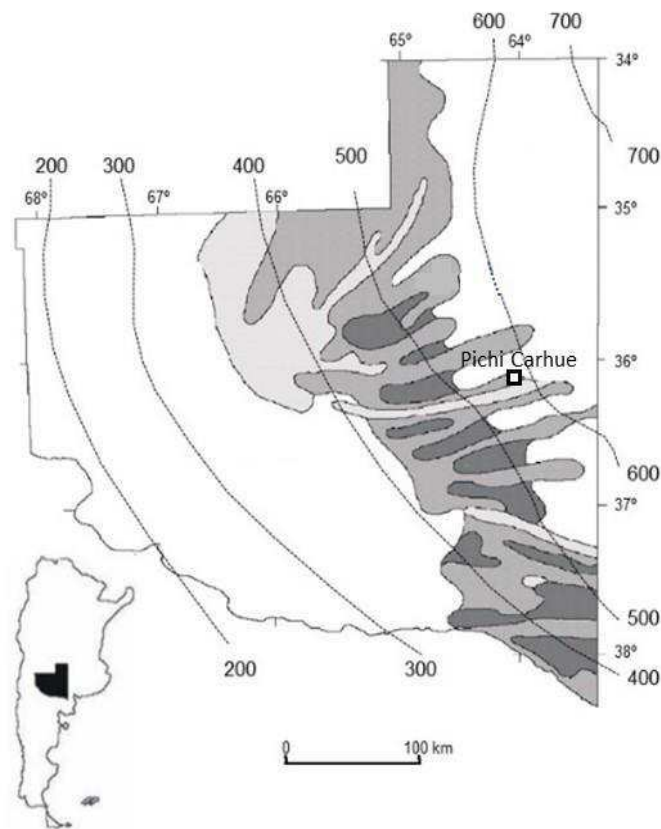


Figura 1. Ubicación del establecimiento donde se realizó el trabajo.



Figura 2. Estructura de la comunidad de bosque abierto de *Prosopis caldenia*, postincendio, donde se realizó el estudio.

Descripción botánica de la especie.

Phalaris angusta Nees ex Trin. o alpastillo 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, 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 (Fig. 3). 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. Los cariopsis son de 1,4 a 1,6 mm longitud (Rúgolo de Agrazar *et al.*, 2005). En cuanto a su fenología reproductiva, su floración se produce entre septiembre y noviembre y la fructificación va de octubre a enero.



Figura 3. a) Inflorescencia -panoja- de *Phalaris angusta* (Foto Hernán Tolosa, <https://florabonaerense.blogspot.com/>) y b) caripose (Foto: Ricardo Ernst).

En cuanto a su distribución en la provincia de La Pampa 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).

Toxicidad vs. Calidad forrajera.

Phalaris angusta ha sido citada como una especie con muy buenas aptitudes forrajeras (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).

Según la bibliografía, el origen de las intoxicaciones del ganado doméstico se debe a la presencia de alcaloides que serían comunes al género *Phalaris*. Dentro de los alcaloides derivados del aminoácido triptófano se encuentran los triptamínicos de las gramíneas de este género. En el caso de *Phalaris angusta* se mencionan tres tipos de intoxicaciones diagnosticados en el ganado bovino. La presentación hiperaguda se asocia con el alcaloide feniletilamina, 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).

Estas intoxicaciones se pueden presentar en cualquier momento del año, y podrían estar asociadas a la dominancia en la mezcla de especies, falta de humedad, repetidas heladas, inicio de crecimiento, precipitaciones irregulares, manejo de pastoreo con altas cargas instantáneas, ingestión rápida y tiempo insuficiente para la adaptación del ganado al pasto (Quiroz *et al.*, 2011).

En cuanto a la fisiología de la especie existen numerosos factores físicos, químicos y biológicos, externos e internos, que pueden afectar la producción de estos metabolitos o de aquellos que intervienen en la toxicidad, tanto en cantidad como en calidad. Entre los factores más importantes se encuentran la radiación solar (calidad de la luz), la edad, estado fenológico y órgano de la planta, deficiencias minerales (Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Potasio, Magnesio, Boro, Calcio, Cobalto), temperatura, stress hídrico, compuestos orgánicos diversos presentes en el medio, factores genéticos, contaminantes sintéticos e interacciones bióticas intra e interespecíficas (Anaya Lang, 2003). En cuanto al cobalto, dado que es uno de los elementos utilizados para mitigar la toxicidad, su análisis involucra no sólo el contenido en el suelo, sino también presencia en la planta y condiciones de estrés hídrico a las cuales esté sometida (Alden *et al.*, 2014). Con respecto a la interferencia de otras especies, está bien comprobado para varias

especies que la síntesis de ciertos alcaloides se origina o potencia por la presencia de ciertos hongos que contaminan o interactúan con las plantas.

Seguimiento de la población.

El área donde se realizó el seguimiento poblacional fue clausurada, para evitar que entren los animales, mediante alambrado eléctrico (aproximadamente 2 has). Allí, se seleccionaron áreas soleadas y sombreadas para el seguimiento de las cohortes. 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. 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.

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 (Fig.4). Los individuos que conformaron la cohorte correspondieron al estado fenológico de plántula (con no más de dos hojas). 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. A través de este método, se recoge el aro con todo su contenido -la parte superficial del suelo y plantas-. Una vez en el laboratorio, se identificaron y contaron los individuos de alpistillo, 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. Este registro se realizó a partir de los individuos recolectados de los aros.

A partir de los componentes del sistema reproductivo se calculó el índice de asignación reproductivo (Ar) y el éxito reproductivo (Er) para la población (Cuadro 1). 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.



Figura 4. a) Delimitación de la cohorte a partir del marcado de individuos con aros; b) detalle de separación y conteo de individuos en laboratorio.

Cuadro 1. Índice de asignación y éxito reproductivos.

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

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

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

Precipitaciones y medición de la radiación.

Los datos de precipitación corresponden a los registros pluviales de la Policía de la provincia de La Pampa (<https://policia.lapampa.gob.ar/contenidos/ver/lluvias>) para la zona de Ataliva Roca. Para la determinación de la cantidad de radiación incidente en cada tratamiento, y para cada fecha de muestreo, se realizaron 10 mediciones al mediodía sobre el nivel del suelo mediante un sensor cuántico lineal (Line Quantum Sensor LICOR).

Caracterización de la comunidad-Censo florístico.

Junto con la recolección de muestras de alpiñillo se realizaron censos florísticos en parcelas de 3x3 (9m²) (n=5; N=10) donde se evaluaron la estructura de la comunidad y la cobertura de las especies presentes. Para ello, se utilizó la escala de Braun-Blanquet y además se registró el porcentaje de cobertura de vegetación, broza y suelo desnudo (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974; Braun-Blanquet, 1979).

Análisis de datos.

Los datos fueron analizados con ANOVA mediante un diseño completamente aleatorizado. Para evaluar la radiación solar y la supervivencia se utilizó ANOVA a dos vías. Para los atributos vegetativos y los componentes del sistema reproductivo se utilizó ANOVA a una vía. Para las diferencias entre las medias se usó la prueba de Tukey (a un nivel de confianza de 0,05). Se utilizaron los paquetes estadísticos Infostat versión 2018 (Di Renzo *et al.*, 2018), y PAST ver. 3.26 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Estructura y composición de la comunidad donde se desarrollaron las cohortes.

La comunidad vegetal estuvo caracterizada por 29 especies (Tabla 1), de las cuales el alpastillo presentó la mayor cobertura en el estrato gramíneo herbáceo, seguido en menor porcentaje por las comúnmente denominadas pajas.

Tabla 1. Lista florística, ciclo de vida, calidad forrajera y cobertura (en %) de las especies presentes en la comunidad. Referencias: P-perenne; A-anual; NF-no forrajera; F-forrajera.

Lista de especies	Ciclo de vida	Calidad	Cobertura
<i>Aloysia gratissima</i>	P	NF	0,01
<i>Amelichloa brachychaeta</i>	P	NF	1
<i>Baccharis artemisioides</i>	P	NF	0,01
<i>Baccharis crispa</i>	P	NF	1
<i>Baccharis gilliesii</i>	P	NF	1
<i>Baccharis ulicina</i>	P	NF	0,01
<i>Bromus brevis</i>	A	F	10
<i>Carduus nutans</i>	A	NF	5
<i>Centaurea solstitialis</i>	A	NF	1
<i>Cerastium junceum</i>	A	NF	1
<i>Chenopodium album</i>	A	NF	1
<i>Chuiraga erinacea</i>	P	NF	0,01
<i>Condalia microphylla</i>	P	NF	5
<i>Conyza bonariensis</i>	A	NF	0,01
<i>Daucus pusillus</i>	A	NF	0,01
<i>Ephedra triandra</i>	P	F	0,01
<i>Erodium cicutarium</i>	A	F	0,01
<i>Geoffroea decorticans</i>	P	NF	2
<i>Glandularia hookeriana</i>	P	NF	0,01
<i>Hordeum stenostachys</i>	A	F	0,01
<i>Jarava ichu</i>	P	NF	2
<i>Lecanophora ecristata</i>	P	NF	1
<i>Lycium chilense</i>	P	NF	0,01
<i>Maytenus spinosa</i>	P	NF	0,01
<i>Parietaria debilis</i>	A	NF	0,01
<i>Phalaris angusta</i>	A	F	40
<i>Prosopis caldenia</i>	P	NF	5
<i>Schinus jhonstonii</i>	P	NF	5
<i>Sphaeralcea crispa</i>	P	NF	3

El estrato arbustivo estuvo representado por renuevos y rebrotes de *Prosopis caldenia*, *Condalia microphylla* y *Schinus jhonstonii*, producto del incendio ocurrido el año anterior. La accesibilidad del sistema fue del 40%, sin embargo, cabe destacar que este estrato leñoso intermedio bajo se encuentra en expansión (Tabla 2) a partir del rebrote de las yemas basales. En cuanto a la contribución porcentual de las diferentes especies de la comunidad fue cambiando a lo largo del año en función de su estacionalidad, ciclo de vida y nuevos reclutamientos desde el banco de semillas, principalmente de las especies herbáceas anuales.

Tabla 2. Cobertura total del área de estudio, porcentaje de suelo desnudo y accesibilidad del sistema.

Vegetación	70%
Broza	25%
Suelo desnudo	5%
Accesibilidad	40%

Precipitaciones y radiación solar.

Las precipitaciones se concentraron en primavera y otoño, con escasas lluvias registradas durante el invierno. El total de lluvia caída registrada fue de apenas 269 mm (cuando el valor promedio para la zona es de 550-600 mm) con meses durante los cuales no se registraron precipitaciones como es el caso de febrero y abril (Fig. 5).

En cuanto a los valores de radiación de las áreas de sol y sombra hubo diferencias significativas entre ambas situaciones, para las distintas fechas y hubo interacción ($p=0,0001$) (Fig. 6).

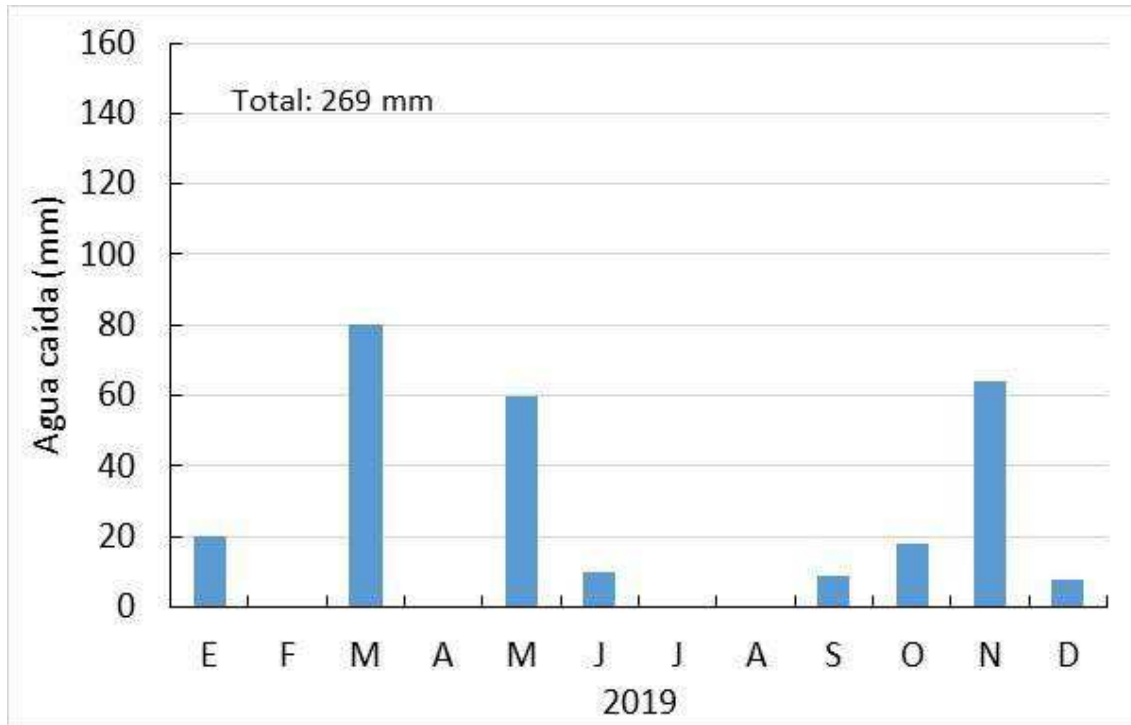


Figura 5. Precipitaciones mensuales para el año 2019 en las cercanías del estudio (Estación meteorológica Ataliva Roca- La Pampa).

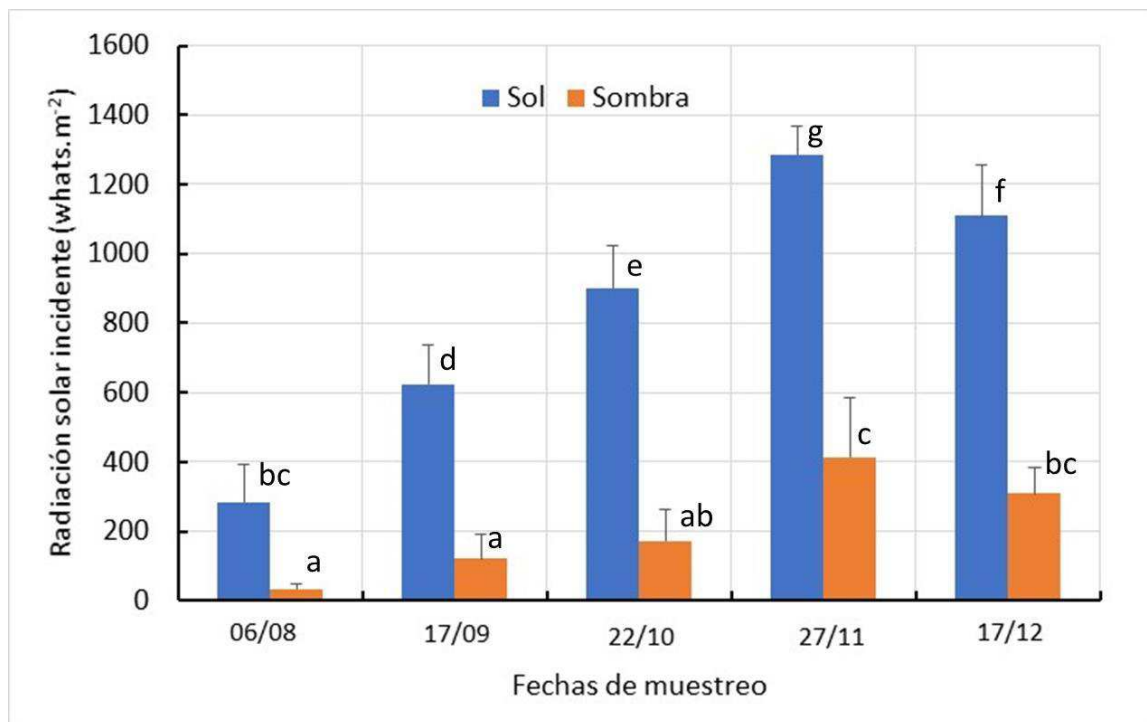


Figura 6. Radiación solar para el año 2019 a lo largo del periodo de muestreo en las áreas más abiertas y en las más cerradas (medias con letras diferentes presentan diferencias significativas; $p < 0,05$).

Supervivencia y atributos vegetativos de la población.

La cantidad de individuos que representó a cada cohorte quedó definida en el primer muestreo y fue para sol de 10796 ind.m⁻²(± 4940) y para sombra de 11953 (± 4940). La supervivencia presentó diferencias significativas entre ambas cohortes (p=0,0001), entre fechas de muestreo (p=0,0007) y hubo interacción (p=0,0020). Estas curvas (Fig. 7) 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. Cabe destacar que siempre fue menor la supervivencia en la cohorte que se desarrolló al sol.

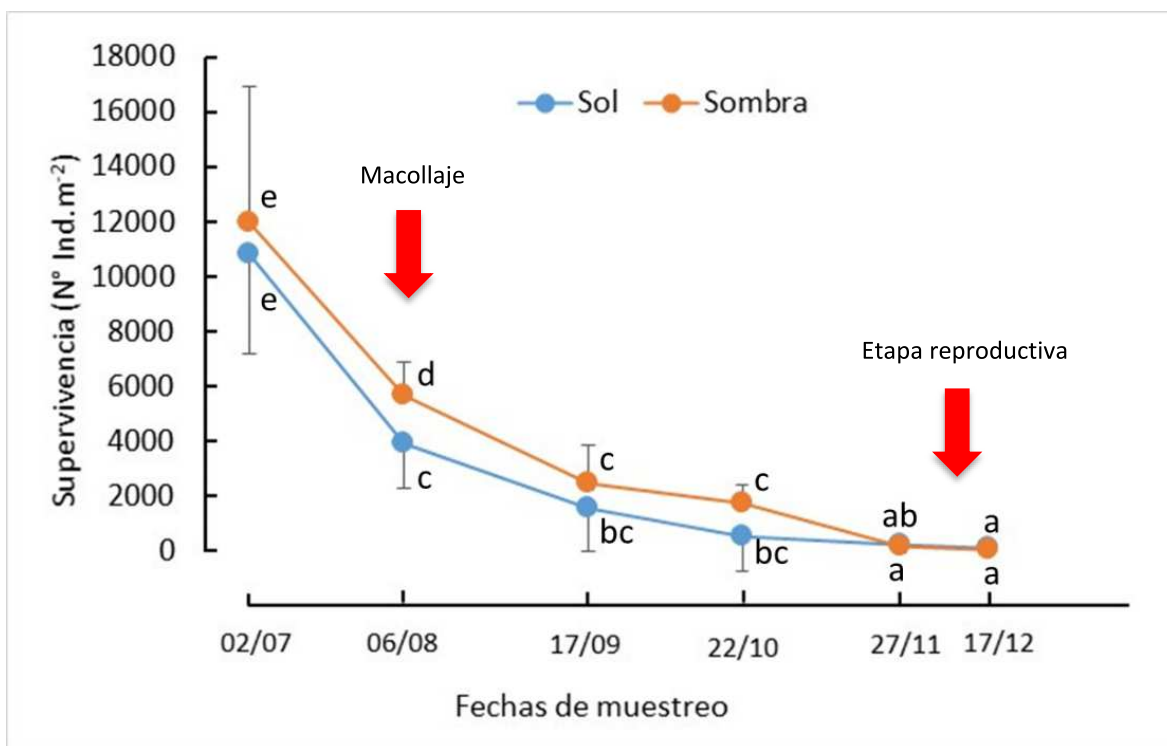
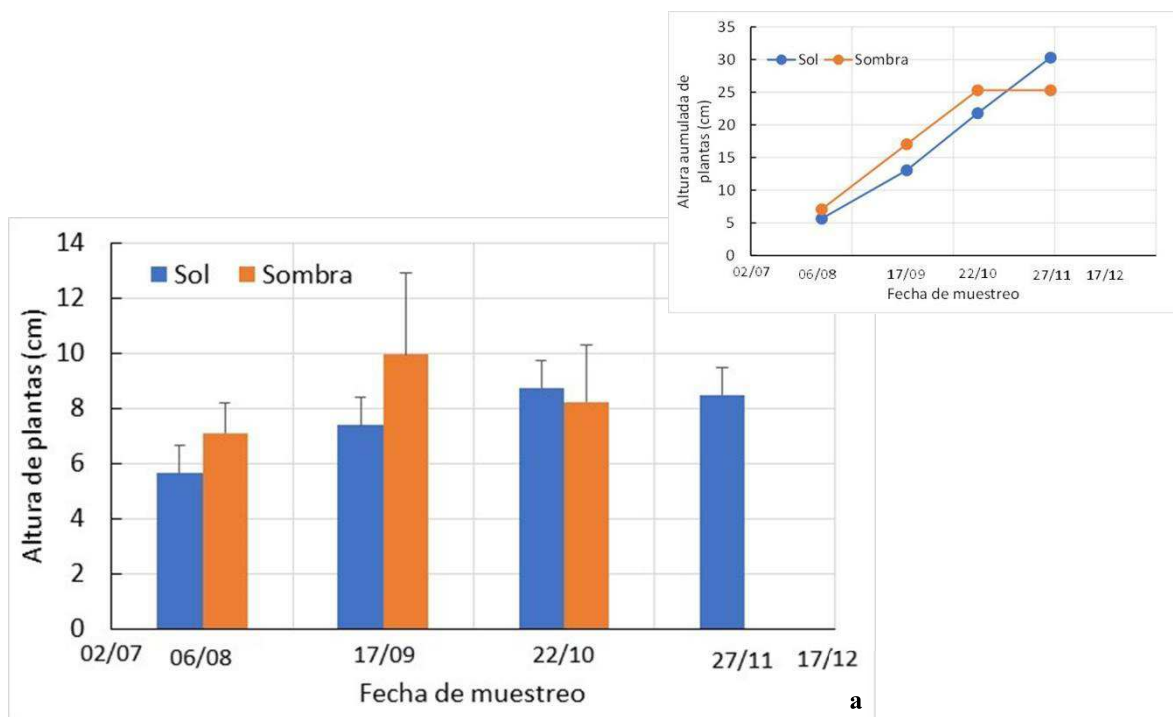


Figura 7. Curva de supervivencia (lx) para las cohortes de alpiñillo creciendo a la luz y a la sombra durante el año 2019 (Letras diferentes presentan diferencias significativas; p < 0,05).

Dentro de los atributos vegetativos, la altura de las plantas presentó diferencias significativas entre la cohorte desarrollada al sol y la de sombra. Esta última tuvo los mayores valores en los primeros muestreos, sin embargo, la altura acumulada máxima se registró en la cohorte al sol (Fig. 8 a).

Para los restantes atributos, láminas por macollo y macollos por planta, no hubo diferencias durante los primeros muestreos. En ambos, la cohorte que se desarrolló al sol fue la que presentó los mayores valores acumulados (Fig. 8b y 8c). En todos los casos se registró una mortandad masiva de los individuos de la cohorte a la sombra en el periodo reproductivo.



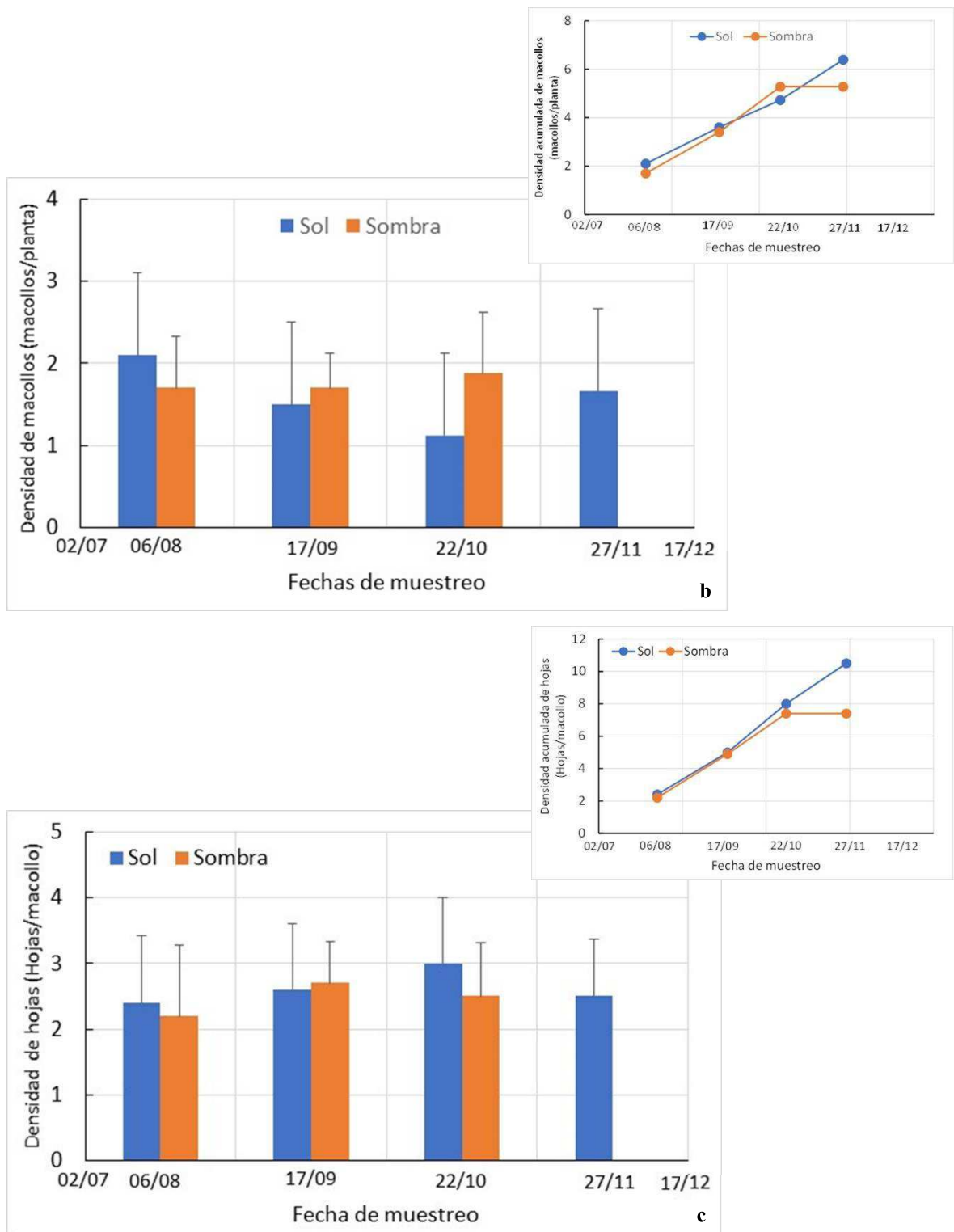


Figura 8. Atributos descriptivos de para ambas cohortes para las distintas fechas de muestreo y totales acumulados. a) altura de plantas; b) densidad de macollos por planta; c) densidad de hojas por macollo.

Componentes del sistema reproductivo.

En cuanto a los componentes del sistema reproductivo, los indicadores de fecundidad número de panojas, de flores y de semillas por planta, fueron mayores en la cohorte de áreas soleadas en relación con la desarrollada a la sombra (Tabla 3).

Tabla 3. Componentes del sistema reproductivo para ambas cohortes.

	Pan./Pl	SD	Fl./Pan.	SD	Fl./Pl.	SD	Sem./Pan.	SD	Sem./Pl.	SD
Sombra	1,25 a	0,71	78,5a	48,35	98,125a	80,74	45,16a	40	54,75a	46,81
Sol	2,375 b	1,06	128,22a	36,5	144,25a	38,92	60,65a	22,42	141,625b	82,01

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

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.

DISCUSIÓN

En estos últimos años, los casos de toxicidad registrados con *P. angusta* han estado asociados a campos con bosque de caldén donde el estrato gramíneo herbáceo ha presentado una cobertura heterogénea pero prolifera de esta especie. También ha sido muy habitual que dichas comunidades se encuentren intervenidas con alguna herramienta mecánica que removió total o parcialmente su cobertura, o bien que haya estado expuesta a fuegos, ya sea quema prescrita o incendios (Cangiano *et al.*, 2021). Esto indicaría una relación entre este tipo de

disturbios y el incremento de las poblaciones de esta especie *in situ*. A su vez, esta mayor visibilidad de la especie a nivel de la comunidad también se ha reflejado en el banco de semillas (Ernst *et al.*, 2020).

En cuanto al establecimiento donde se realizó el estudio se registraron coberturas importantes de la especie en el estrato del pastizal. Y aunque durante todo el tiempo en el que se desarrolló el trabajo, su contribución fue menor a la del año anterior (observación personal), su presencia en el banco puede ocasionar explosiones demográficas futuras si se presentan las condiciones y recursos necesarios. De esta manera, en años más favorables la especie puede producir más semillas que pueden germinar en la estación siguiente o pasar a formar parte del banco (El-Keblawy, 2017).

La sequía que se presentó durante la época del estudio condicionó el desarrollo de ambas cohortes, causando una gran mortandad de individuos, especialmente en las áreas soleadas. Por ello, el tipo de curva de supervivencia se correspondió con la del tipo III de Deevey (1947), en la cual se muestra un pronunciado descenso inicial seguido de una fase más estabilizada.

Cabe destacar que la mayor supervivencia y altura de los individuos de la cohorte que se desarrolló a la sombra estaría favorecida por la acción de las especies arbustivas presentes en la comunidad y en particular en ese tratamiento. Dichos 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; mientras que por otro, debido a la competencia por interferencia (sombreado), estimularía la elongación de los entrenudos del alpastillo (Calvo, 2017; Andrade, 2016).

En general el desarrollo y vigor de los individuos fue notablemente menor que lo observado el año anterior en el área del estudio y en otros potreros del mismo establecimiento

(observación personal). Según Silvertown y Doust (1997), el tamaño de las plantas es particularmente 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, sobre todo en 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). Al respecto, si bien en este estudio no se ha evaluado la calidad de la luz, o sea, la Pr/Pfr, es sabido que esta relación influye en el desarrollo de los estados reproductivos. La presencia de arbustos no solo podría interferir en la luz que llega al estrato gramíneo herbáceo sino también en su calidad, una baja relación Pr/Pfr podría afectar la floración y hasta inhibirla (Andrade, 2016; Schramm y Ehrenfeld, 2010; Cavagnaro y Trione, 2007).

El tipo de variación tanto temporal como espacial en el éxito reproductivo que presenta *Phalaris 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).

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El alpistillo ha sido una especie nativa integrante de ciertas comunidades de la provincia muy poco conocida e investigada. Esta situación cambió notablemente cuando se la comenzó a registrar en forma dominante o acompañante con alta cobertura en otras comunidades donde usualmente no había sido registrada. En forma paralela surgieron las primeras noticias de toxicidad y mortandad de bovinos asociados al consumo de esta especie.

A partir de este trabajo se observó que el alpistillo presenta una plasticidad fenotípica 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 biomasa de la planta, mientras que las áreas más soleadas, para una mayor asignación reproductiva. Esto resulta de gran interés para el manejo de estas áreas en relación con el pastoreo y la toxicidad que podría presentarse. Así, ante la presencia de parches sombreados con altos contenidos de biomasa área de alpistillo deberían tomarse los recaudos necesarios ya que se menciona que en estas condiciones podría presentarse la mayor toxicidad.

Actualmente se están llevando adelante estudios complementarios sobre germinación y banco de semillas de la especie que contribuirán a un mejor conocimiento de la biología-ecología de la especie. Asimismo, falta investigar sobre la relación entre la expresión de la toxicidad, su ciclo fenológico y su abundancia en los pastizales.

AGRADECIMIENTOS

De la manera más profunda y sincera a la Universidad Nacional de La Pampa, particularmente a la Facultad de Agronomía quien me acogió en sus aulas al ingresar y durante el transcurso de la carrera, donde los profesores aportaron con sus conocimientos para lograr formar y fortalecer los míos, que junto con el INTA Anguil, han demostrado así, que día a día se forma la experiencia para la vida profesional.

En especial a Carla Suárez, Directora de Tesis, y Daniel Esterlich, Co-director, quienes con su guía, consejos y apoyo permitieron desarrollar y culminar el presente trabajo final de graduación.

Mi sincero agradecimiento al Establecimiento Pichi Carhue por brindarme el espacio necesario para llevarlo a cabo.

Un infinito agradecimiento a los integrantes del proyecto que me acompañaron durante el desarrollo: Natalia Sawczuk y Ernesto Morici.

También un infinito agradecimiento a mis evaluadores, Ricardo Ernst y Ariel Miranda, por todas las sugerencias y correcciones que enriquecieron el presente trabajo.

Por último, agradecer a mi mamá que siempre me apoyó y confió en mí para lograr el objetivo tan anhelado. A mi novia Agostina que siempre está presente, acompañándome en los buenos y malos momentos.

BIBLIOGRAFÍA

Alden R., Hackney B., Weston L.A. y Quinn J.C. (2014). Phalaris Toxicoses in Australian Livestock Production Systems: Prevalence, Aetiology and Toxicology. *J Toxins*, 1(1): 7.

Anaya Lang A.L. (2003). *Ecología Química*. Ed. Plaza y Valdés S.A. México. 349 pp. ISBN 970-722-113-5.

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 S. y Flores J. (1999). Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Vet. Méx.*, 30(1): 79 – 94.

Bazzaz F.A., Ackerly D.D. y Reekie E.G. (2000). Reproductive allocation in plants. In: *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (Ed.). CAB International, 2nd edition. Pp. 1-29.

Braun-Blanquet J. (1979). *Fitosociología – Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume.

Bruneton J. (2001). *Plantas tóxicas. Vegetales peligrosos para el hombre y los animales*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 540 p.

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. XXXVII Jornadas Argentinas de Botánica. Desde el 9 al 13 de septiembre de 2019. Tucumán. Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 54: 134. ISSN impreso 0373-580X. <https://botanicaargentina.org.ar/boletin-54-suplemento/>

Cano E., Casangrande G., Conti H., Salazar J., Iaza L., Peña Zubiato C., Maldonado Pinedo D., Martínez H., Hevia R., Scoppa C., Cano E., Fernández B., Montes M., Juan Musto J. y Pittaluga A. (1980). Inventario integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. *Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Gobierno de la provincia de La Pampa, INTA y UNLPam*, La Pampa, Argentina, 493 p.

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. y Bogino S.M. (2021). Ecosystem Services of the *Prosopis caldenia*. Woodlands in the Argentinean Pampas. In: *Prosopis. Properties, uses and biodiversity*. Plant Science Research

and Practices. p 1-68. Editor: Ronan Batista. Editorial: Nova Science Publishers, Inc. New York. 274 p. ISBN: 978-1-53619-636-8 (eBook). ISBN 978-1-53619-592-7.

Cavagnaro J.B. y 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 E.S. (1947). Life tables for natural populations of animals. *The Quarterly Review of Biology* 22:283-314.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. (2018). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

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., 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, 380-392.

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. Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. (Eds. Verónica Rusch, Gonzalo Caballé, Santiago Varela, Juan Pablo Diez. 1ª ed. San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA 749 p. pp. 171-183. ISSN 1667-4014. Libro digital.

Gallagher C.H., Koch J.H., Hoffman H. (1966). Diseases of sheep due to ingestion of *Phalaris tuberosa*. *Aust Vet J.* Aug;42(8):279-86. doi: 10.1111/j.1751-0813.1966.tb08836.x. PMID: 6007941.

García y Santos C. y Capelli A. (2016). Intoxicaciones por plantas y micotoxinas en rumiantes diagnosticadas en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)* Volumen 52 N° 201 (2016) 28-42.

Hammer O., Harper D.A.T. y Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1).

Harper J.L. (1990). Population biology of plants. Eighth impression. Academic Press. London. 892 p.

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. Brasil

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.

Mueller-Dombois D. y Elleberg H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. Wiley International Ed., 395 p.

Odrizola E. (2015). Plantas y sustancias tóxicas para el ganado. MASKANA, 1er Congreso Internacional De Producción Animal Especializada En Bovinos, Facultad Ciencias Agropecuarias, UC 149.

Odrizola E., Campero C., López T., Marin R., Casano G. y Andrada M. (1991). Neuropathological effects and deaths of cattle and sheep in Argentina from *Phalaris angusta*. Veterinary and human toxicology 33 (5).

Prina A., Muiño W., González M., Tamame A., Beinticinco L., Mariani D. y Saravia V. (2015). Guía de Plantas del Parque Nacional Lihúé Calel. 1a ed. Santa Rosa. Visión 7, 208 p.; ISBN 978-987-27999-1-5.

Quiroz J., Lapace V., Rodriguez A. y Lapace S. (2011). Planta tóxicas para el ganado en la Cuenca del Salado. INTA, 76 pp.

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*, 026 (02), 150-165.

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 de graduación de la Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa. 43 p.

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. En: C.A. Rossi y A.A. De Magistris. - 1a ed. - Lomas de Zamora: Editorial UNLZ. Facultad de Ciencias Agrarias. E-Book. ISBN 978-987-45490-2-0.

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*. Biol. Invasión 12(9), 3195–3204. doi:10.1007/s10530-010-9711-1

Silvertown J.W y Doust J.L. (1997). Introduction to Plant Population Biology. (Third edition). Oxford. Blackwell Scientific Publications. 210 pp.

Suárez C.E., Estelrich H.D., Morici E., 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. ISSN impreso 0373-580X. <https://botanicaargentina.org.ar/boletin-54-suplemento/>

Suárez C.E., Estelrich H.D., Morici E.F. A., Ernst R.D., Sánchez Rinaldi, B., Arrigone Ghizzo R. (2021). Atributos poblacionales de *Phalaris angusta*, especie tóxica en La Pampa. XXIX Reunión Argentina De Ecología. Organizada por el Instituto de Ecología Regional (IER) y la Asociación Argentina de Ecología (AsAE). Del 4 al 6 de agosto. (Área temática: Ecología de Poblaciones, Póster). Modalidad virtual.

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), La Plata. Biblioteca Florentino Ameghino. 174p. 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. y Parodi N. (2018). Evaluación de la vegetación en renovales de *Prosopis caldenia* intervenidos con distintas técnicas de manejo. Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. (Eds. Verónica Rusch, Gonzalo Caballé, Santiago Varela, Juan Pablo Diez. 1ª ed. San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA 749 p. Pp. 294-305. ISSN 1667-4014. Libro digital.

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. Publicado 20 de marzo de 2020, en Contexto Universitario on-line. <http://contexto.unlpam.edu.ar/index.php/articulos/investigacion/38-alpistillo-especie-toxica>

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, Santa Rosa, La Pampa.

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.