



Universidad Nacional del Sur

Departamento de Agronomía

TRABAJO FINAL DE CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Caracterización fenotípica de poblaciones de *Piptochaetium
napostaense* (Speg.) Hack, provenientes de pastizales naturales del
Sudoeste Bonaerense

Alumna: Careddu, Melisa Belén

Docente tutor: Dra. María Soledad Ureta

Docentes consejera: Dra. Yanina Torres

21 Octubre 2025



Agradecimientos

A mi mamá por inculcarme los valores que me llevan a ser la persona que soy hoy. Por enseñarme con el ejemplo la importancia del trabajo y de la perseverancia; por fomentar en mi vida el juego, el dejar que me ensucie y explore. Gracias por el apoyo y sacrificio que hizo que hoy pueda estar finalizando mis estudios.

A mis hermanos, Mechi y Daniel, por alentarme en cada paso, acompañarme en cada decisión y festejar mis logros como si fueran suyos. Por el amor de hermanos y por sus motivaciones.

Gracias Abuelo, por inculcarme la tradición Argentina. Y gracias a mi familia por enseñarme que la vida es sencilla y que, con amor y entusiasmo, todo se puede.

Gracias Juan por tu contención, calidez, por creer en mí y por tanto cariño.

Gracias a la Providencia por los amigos que puso en mi camino durante todo el proceso, a los que siempre estuvieron y a los que se sumaron al pasar los años.

Gracias por los innumerables mates, charlas, risas, despejes, noches de estudio, aliento y por sumarse a todos los “lloradita y a seguir”. A Mica por cada abrazo y por estar incondicionalmente y a Lau, por demostrarme con el ejemplo la vocación del Agrónomo.

Gracias Selva, Soledad y Yanina por su tiempo y dedicación en el desarrollo de esta tesina.

Y, por último, gracias a la Universidad Nacional del Sur por brindarme educación de excelente calidad, pública y gratuita.



Índice

Agradecimientos.....	2
Índice	3
Índice de figuras.....	4
Abreviaturas	6
Resumen.....	8
Introducción.....	9
Pastizales naturales.....	9
Situación actual de los pastizales naturales en Argentina.....	10
Manejo del pastizal natural	11
La especie	12
Restauración ecológica.....	13
Hipótesis	15
Objetivos	15
Materiales y Métodos	15
Colecta de las poblaciones	15
Limpieza de semillas.....	17
Peso de mil semillas (P1000).....	17
Porcentaje de germinación	18
Test de viabilidad	19
Porcentaje de emergencia	20
Supervivencia y crecimiento inicial.....	21
Análisis estadístico	22
Resultados y discusión.....	22
Peso de mil semillas	22
Porcentaje de germinación	24
Germinación acumulada.....	26
Viabilidad	28
Emergencia	31
Supervivencia y crecimiento inicial.....	33
Conclusiones.....	37
Referencias	39

Índice de figuras

Figura 1: Principales áreas de pastizales naturales áridos y semiáridos de la Argentina (Tomado de Fernández *et al.*, 1999).

Figura 2: Sitios de colecta de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en los años 2021 y 2022.

Figura 3: Elementos removidos en la limpieza de la semilla. Figura de la izquierda modificada de Flora Argentina: <http://www.floraargentina.edu.ar/>

Figura 4: Balanza analítica HR-202i.

Figura 5: Semillas de *Piptochaetium napostaense* germinadas y sin germinar (ausencia de radícula).

Figura 6: Estufa utilizada para el test de viabilidad.

Figura 7: Siembra de las ocho poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en bandejas multiceldas.

Figura 8: Plántulas creciendo en bandejas de germinación con diferentes estadios de crecimiento y desarrollo de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en las cuales se midió supervivencia y crecimiento inicial.

Figura 9: Porcentaje de germinación acumulada para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2021, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Figura 10: Porcentaje de germinación acumulada para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), en 2022, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Figura 11: Imagen tomada desde una lupa binocular de semillas de PN. A) Semilla con remoción del tegumento seminal. B) Semillas tratadas con TTC mostrando diferentes grados de tinción del embrión; en aumento de izquierda a derecha.

Figura 12: Comparación de valores porcentuales de semillas germinadas, no germinadas viables y no germinadas no viables y totales (germinadas + viables) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), en 2021, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.



Figura 13: Comparación de valores porcentuales de semillas germinadas, no germinadas viables y no germinadas no viables y totales (germinadas + viables) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), en 2022, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Figura 14: Emergencia acumulada (%) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2021.

Figura 15: Emergencia acumulada (%) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2022.

Figura 16: Porcentaje de supervivencia por población de *Piptochaetium napostaense* (n=4). VL: Villalonga. BB: Bahía Blanca. AR: Algarrobo. PC: Patagones Chacra. Letras distintas indican diferencias significativas entre las poblaciones ($p < 0,05$).

Figura 17: Porcentaje de supervivencia por población de *Piptochaetium napostaense* (n=4). PP: Patagones. MA: Médanos-Algarrobo. LA: La Adela. MO: Montes de Oca. Letras distintas indican diferencias significativas entre las diferentes poblaciones ($p < 0,05$).



Abreviaturas

AR: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en Algarrobo, provincia de Buenos Aires.

BB: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.

LA: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en La Adela, provincia de La Pampa.

MA: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en un sitio entre Médanos y Algarrobo, provincia de Buenos Aires.

MO: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en Montes de Oca, provincia de Buenos Aires.

PC: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en la Chacra Experimental Patagones, provincia de Buenos Aires.

PN: *Piptochaetium napostaense*.

PP: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en el Partido de Patagones, provincia de Buenos Aires.

SOB: Sudoeste Bonaerense.

VL: Poblaciones de *Piptochaetium napostaense* colectadas en Villalonga, provincia de Buenos Aires.

De la labor realizada en este trabajo final de carrera, se presentaron los siguientes trabajos en congresos y se publicaron los siguientes artículos:

Cuppari SY; **Careddu MB**; Gonzalía GE; Torres YA. “Estudio de *Piptochaetium napostaense*: una forrajera nativa clave de los pastizales naturales del Sudoeste Bonaerense y La Pampa”. IV Jornadas Nacionales y VI Internacionales de Ambiente. 6-8 noviembre de 2024. Viedma, Río Negro, Argentina.

Cuppari SY; **Careddu MB**; Gonzalía GE; Torres YA; Milano C; Scarfo MC; Rodriguez DY.; Ureta MS. “Caracterización de cuatro poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra): forrajera nativa de calidad apta para restaurar pastizales degradados”. IV Jornadas Regionales de Genética. 23-24 septiembre de 2024. Rosario, Santa Fé, Argentina.



Trabajo Final de Carrera: Ingeniería Agronómica
Departamento de Agronomía – Universidad Nacional del Sur

Careddu, MB; Cuppari, SY; Torres, YA; Ureta, MS; Scarfo, MC; Rodriguez, DA; Milano, C; Loydi, A. "Caracterización de poblaciones de *Piptochaetium napostaense* con fines de restauración ecológica productiva en el Sudoeste Bonaerense". III Reunión de Red Argentina de Biología de Semillas (RABIOS). 6-8 noviembre de 2023. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Cuppari, SY, Torres, YA, **Careddu, MB**, Gonzalía, GE. 2024. "Flechilla negra: clave en la restauración de pastizales naturales bonaerenses". Revista AgroUNS, Año XXI, Nº 41:8-11.



Resumen

Piptochaetium napostaense es una gramínea perenne nativa de alto valor para la restauración ecológica de pastizales, además de ser una especie palatable y de preferencia del ganado. La expansión agrícola y el sobrepastoreo han promovido la degradación de estos ecosistemas, reemplazando gramíneas nativas y afectando la oferta forrajera, la biodiversidad y la variabilidad genética. La reintroducción de especies nativas con alto valor ecológico y forrajero, como *P. napostaense*, constituye una estrategia clave para recuperar pastizales degradados.

En este estudio se caracterizaron fenotípicamente cuatro poblaciones colectadas en 2021 (Bahía Blanca, Algarrobo, Chacra Experimental Patagones y Villalonga) y cuatro en 2022 (Montes de Oca, La Adela, sitio entre Médanos y Algarrobo, y Partido de Patagones), todas del Sudoeste Bonaerense, excepto La Adela perteneciente a La Pampa. Se evaluaron parámetros de calidad de semilla (peso de mil semillas, porcentaje de germinación y viabilidad), incluyendo un tratamiento térmico de 90 °C durante 10 min para estudiar la influencia de la temperatura sobre la dormición. Asimismo, se analizaron la supervivencia y el crecimiento inicial de las plántulas, considerando el número de macollos por planta y hojas por macollo principal.

Se observaron diferencias significativas entre poblaciones en peso de semillas, germinación y viabilidad, destacándose Bahía Blanca y Montes de Oca en las colectas 2021 y 2022, respectivamente. Los resultados obtenidos permitirán seleccionar poblaciones con mayor potencial de establecimiento, facilitando el diseño de estrategias de restauración ecológica efectivas para pastizales degradados y contribuyendo a la conservación de la diversidad genética y funcional de estos ecosistemas.



Introducción

Pastizales naturales

Los términos "pastizales naturales" abarcan varios tipos de ecosistemas, como arbustales, estepas, montes, sabanas y otros. A estas áreas se las denomina como inadecuadas para el cultivo debido a limitaciones climáticas (escasas precipitaciones y/o distribución irregular de las mismas, temperaturas extremas, etc.), edáficas (suelos salino-sódicos, arenosos, rocosos, poco profundos o inundables) o topográficas. Sus terrenos tampoco son aptos para la producción comercial de árboles, por lo que se destinan a la producción natural de forraje (Villaverde 2017).

Los pastizales naturales se encuentran en zonas áridas y semiáridas del mundo, ocupando aproximadamente el 51% de la superficie terrestre (Villaverde 2017). En Argentina, dos terceras partes del territorio son consideradas zonas áridas o semiáridas, de las cuales 100 millones de hectáreas se utilizan para la cría y recría de ganado (Busso y Fernández, 2018) (Fig. 1).

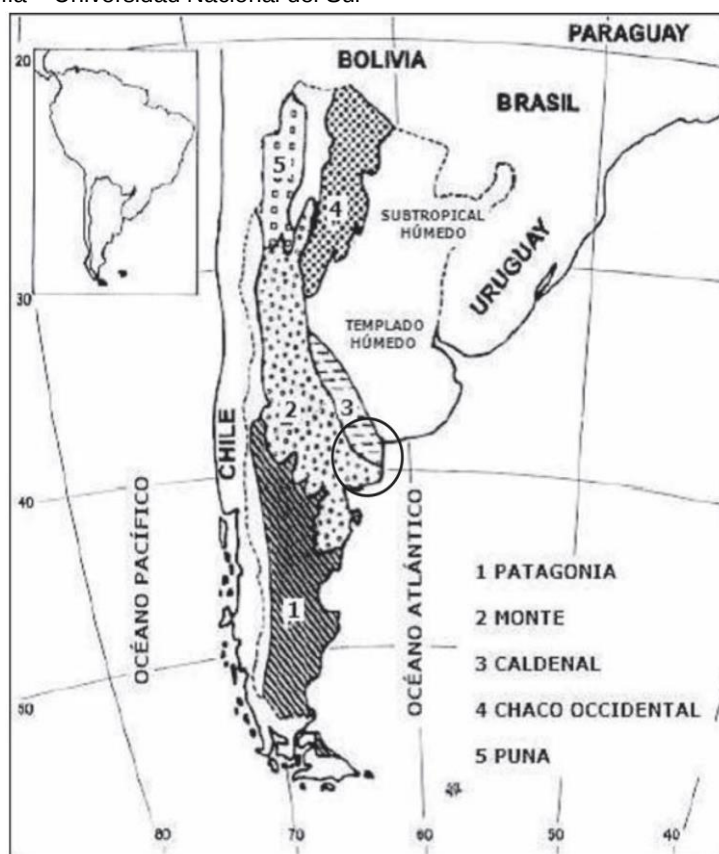


Figura 1: Principales áreas de pastizales naturales áridos y semiáridos de la Argentina
(Tomado de Fernández *et al.*, 1999).

Los pastizales contribuyen a la seguridad alimentaria, proporcionando una fracción fundamental al requerimiento nutricional de los rumiantes destinados a la producción animal, aportando también estabilidad a la producción, control de la erosión de los suelos, mejoras en la mineralización de nutrientes, aumentos de la microbiota, entre otros (O'Mara, 2012).

Situación actual de los pastizales naturales en Argentina

En Argentina, el reemplazo de ecosistemas naturales por cultivos y pasturas cultivadas, como consecuencia de la expansión de las fronteras agrícola y ganadera, constituye un fenómeno que también ocurre en gran parte de las regiones semiáridas del mundo. Como resultado, los agroecosistemas han reemplazado a los pastizales naturales, que aún se conservan en áreas con serias limitaciones para la agricultura (de Andreis *et al.*, s.f.). Estos han demostrado ser frágiles y fácilmente perjudicados por un sobreuso, y actualmente, debido al cambio de estructura y



composición del pastizal, presentan algún grado de desertificación o deterioro (Porta Siota, 2021).

En la mayoría de los casos, la incorporación de la agricultura ha resultado en el desplazamiento y concentración de la ganadería sobre pastizales naturales. Algunos factores que han contribuido a esta situación han sido el desmonte, las altas cargas animales y las labranzas en zonas no agrícolas (Fernández y Busso, 1997). La base forrajera de los mismos está compuesta mayoritariamente por gramíneas perennes nativas como *Nassella longiglumis* (Phil.) Barkworth (= *Stipa clarazii* Ball), *Nassella tenuis* (Phil.) Barkworth, *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack. y *Poa ligularis* (Distel *et al.*, 2008).

Manejo del pastizal natural

Existen diversas alternativas para un manejo adecuado del pastizal natural, tales como aplicar métodos biológicos como la determinación de un sistema de pastoreo regulando la carga animal y la elección del tipo de pastoreo acorde al pastizal, incorporar a la planificación del manejo quemas prescritas, realizar métodos mecánicos, químicos, clausuras de los pastizales, entre otros.

En la región que comprende el Sudoeste Bonaerense (SOB) y La Pampa, la cría de ganado vacuno basada en el uso de las gramíneas forrajeras perennes nativas, es la principal actividad económica. Los efectos en la estructura y composición del pastizal se asocian a diferencias en las cargas, registrando impactos negativos con altas cargas tanto en la biomasa aérea como subterránea, en la reproducción vegetal y en la riqueza específica entre otros factores, afectando el funcionamiento general (Quintana *et al.*, 2014). Por lo tanto, el uso de cargas moderadas, adecuadas a la productividad y la provisión de descansos oportunos son herramientas que se pueden aplicar a todos los pastizales naturales (Peláez, 2011).

El fuego es considerado como un disturbio natural que contribuye al mantenimiento de la sustentabilidad de muchos ecosistemas. La quema prescrita es esencial para el ciclado de nutrientes y la renovación de ambientes; crea condiciones de luz y espacio para que se active el banco de semillas del suelo (Morici *et al.*, 2009, Benech- Arnold *et al.*, 2014) y constituye una práctica de manejo tradicional



que permite mejorar el aprovechamiento del pastizal por parte del ganado vacuno, utilizado como una herramienta para mejorar la calidad y la distribución del forraje ofrecido (Chapin y Shaver, 1996).

En el monte se produce un aumento en la densidad y cobertura de arbustos espinosos que dificultan el crecimiento de los pastos y el acceso de los animales a los mismos; ésto aumenta la presión de pastoreo sobre las especies y plantas forrajeras que están accesibles (Martín *et al.*, 2022). Los métodos mecánicos para controlar el avance de especies indeseables en pastizales naturales y aumentar la producción de forraje del estrato herbáceo puede emplearse a través del rolado que es una técnica mecánica que consiste en pasar un implemento (rolo) que aplasta y corta la vegetación a su paso; o también con el uso de topadoras, arados de disco, rastra de disco pesada o cadenas (Peláez y Bóo 1986).

La especie

Piptochaetium napostaense, vulgarmente conocida como “flechilla negra”, es una especie perteneciente a la familia *Poaceae* de crecimiento otoño-invierno-primaveral, presente en las regiones áridas y semiáridas del centro de Argentina, desde la provincia de Catamarca hasta Río Negro. Crece en suelos secos, de textura franca o franco arenosa. Rebrotan en marzo-abril, vegetan en invierno y florecen y fructifican en primavera cuando se diseminan rápidamente, para luego entrar en fase de reposo. Es considerada clave en la gestión de pastizales, con una resiembra natural muy efectiva, proporcionando forraje desde el otoño hasta la primavera (Cano, 1988).

Es una planta perenne, cespitosa, que forma matas bajas de 10-20 cm de diámetro, con cañas floríferas; hoja con lámina conduplicada, filiforme, color verde claro, glabra (muy raramente puede presentar algunos pelos), de 10-20 cm de longitud. La vaina también es glabra y su lígula pequeña, membranácea, escotada y sin pelos. Inflorescencia en panojas laxas y péndulas. El fruto (flechilla), que por su conformación puede ocasionar molestias al animal, es un cariopse fusiforme (0,7 cm de longitud) de color castaño oscuro a negro, finamente estriado longitudinalmente, prolongado en una arista caediza de 7 o más cm de largo, normalmente



bigeniculada; en su otro extremo presenta un cuerpo punzante (antopodio) de 0,5 mm, cubierto de pelos castaños (Cano, 1988).

El antopodio es una estructura desarrollada en la base del antecio, de consistencia siempre rígida y de longitud apreciable (1-5 mm), agudo y punzante. La forma del antopodio se halla relacionada con la dispersión (Mujica-Sallés y Marchi, 1993). De acuerdo con las observaciones, la arista es generalmente hispídula, bigeniculada, con la porción basal o columna retorcida. La forma de la arista es filiforme. En cuanto a la duración de la arista, parece estar relacionada con la morfología del antecio. Las especies como PN con antecio lenticular o obovoide, suelen tener arista frágil y fácilmente caediza.

Restauración ecológica

La restauración ecológica es el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Clewett *et al.*, 2004), ésta puede ser pasiva o activa. La primera, se basa en alterar con poca energía externa los agentes de perturbación o disturbios que limitan la recuperación natural del ecosistema, así, los componentes y las funciones ecológicas se recuperan por sí solas mediante un proceso de sucesión natural. En cambio, la restauración activa implica realizar acciones específicas de mayor impacto que pueden ayudar al desarrollo de la sucesión para lograr la recuperación del ecosistema, por ejemplo, el enriquecimiento con especies vegetales nativas (Peláez *et al.*, 2018).

Como se mencionó anteriormente, el manejo inadecuado de los pastizales naturales debido al sobrepastoreo, combinado con sequías e incendios, ha provocado su degradación, lo que en parte se refleja en el empobrecimiento de las gramíneas perennes claves del pastizal (Loydi y Distel 2010). Una alternativa para su recuperación es la incorporación de semillas nativas perennes (restauración ecológica activa) obtenidas con ese propósito. En este sentido, la búsqueda de materiales genéticamente diversos, y con un buen desempeño en diferentes tipos de suelo, es una necesidad que debe ser tomada en cuenta en ambientes a restaurar (Pérez *et al.*, 2019).

En este contexto, resulta necesario el aporte de semillas de especies forrajeras nativas perennes (Puthod 2018), ya que no están disponibles en cantidad



ni calidad suficiente. Asimismo, existen escasos estudios de investigación orientados a desarrollar estos germoplasmas (Traverso *et al.*, 2005). El desarrollo de germoplasma para obtener semillas a escala comercial requiere de colectas iniciales de la mayor cantidad de poblaciones naturales posibles, para asegurar una base genética amplia, así como de la evaluación posterior de los materiales colectados (Smith *et al.*, 2010). Existen antecedentes de estudios de *Piptochaetium napostense* (PN) en otra región (Porta Siotto *et al.*, 2025) y con otras especies forrajeras diferentes como lo son *Pappophorum vaginatum* Buckley (Entio *et al.*, 2014) y *Stapfochloa berroi* (Porto, 2022), en donde se observó variabilidad en poblaciones naturales.

En este trabajo, considerando la relevancia de conservar y enriquecer la biodiversidad de los pastizales en la región, se realizaron colectas de semillas de *Piptochaetium napostaense* (PN) durante los años 2021 y 2022 en el Sudoeste Bonaerense y en la provincia de La Pampa, con el objetivo de caracterizar el material recolectado y generar información útil para futuros programas de mejoramiento y restauración. A partir de dichas colectas, se llevó a cabo un estudio de la variabilidad entre y dentro de las poblaciones de PN, considerando caracteres morfológicos y fisiológicos. La información obtenida representa la primera caracterización de la especie basada en semillas con fines de restauración de pastizales naturales en esta región, y constituye la parte final de la presente tesis.



Hipótesis

Poblaciones naturales de *Piptochaetium napostaense* del Sudoeste Bonaerense y La Pampa, presentan variabilidad en caracteres morfológicos asociados al peso de las semillas, germinación y crecimiento de plántula.

Objetivos

1. Caracterizar la variación fenotípica entre y dentro de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en diferentes sitios edafoclimáticos del Sudoeste Bonaerense y La Pampa.
2. Comparar germinación y crecimiento inicial de individuos de poblaciones de *Piptochaetium napostaense* provenientes de condiciones edafoclimáticas diferentes del Sudoeste Bonaerense y La Pampa.

Materiales y Métodos

Este trabajo fue realizado en los laboratorios de las cátedras de Genética Básica y Aplicada y Ecología del Departamento, por un lado y, en el invernáculo del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Para la caracterización fenotípica se utilizaron individuos de ocho poblaciones de PN obtenidas de pastizales de la región del SOB y de la localidad de La Adela, La Pampa. La colecta fue de planta individual (1 planta = 1 genotipo) y luego se realizó la limpieza del material colectado, separando semillas maduras de inmaduras y resto de material extraño. Posteriormente, se procesaron las semillas maduras, separando las aristas del antopodio para realizar las determinaciones de peso de mil semillas, porcentaje de germinación, viabilidad, emergencia, supervivencia y crecimiento inicial abordando número promedio de macollos por planta y número de hojas del macollo principal.

Colecta de las poblaciones

Durante los años 2021 y 2022 se colectaron semillas de plantas en estadio de madurez fisiológica de la especie PN. La colecta se realizó considerando una

distancia mínima entre plantas de cinco metros, con el fin de evitar recolectar del mismo individuo y conservar la variabilidad. Se recolectaron semillas de 30 individuos por población de ocho poblaciones ubicadas en localidades de la provincia de Buenos Aires y La Pampa (Tabla 1, Fig. 2). Las semillas fueron almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel hasta el mes de febrero del año 2023.

Tabla 1: Sitios de colecta de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en los años 2021 y 2022.

Años	Poblaciones	Sigla
2021	Bahía Blanca	BB
	Villalonga	VL
	Algarrobo	AR
	Patagones Chacra	PC
2022	Médanos - Algarrobo	MA
	Montes de Oca	MO
	La Adela	LA
	Partido de Patagones	PP

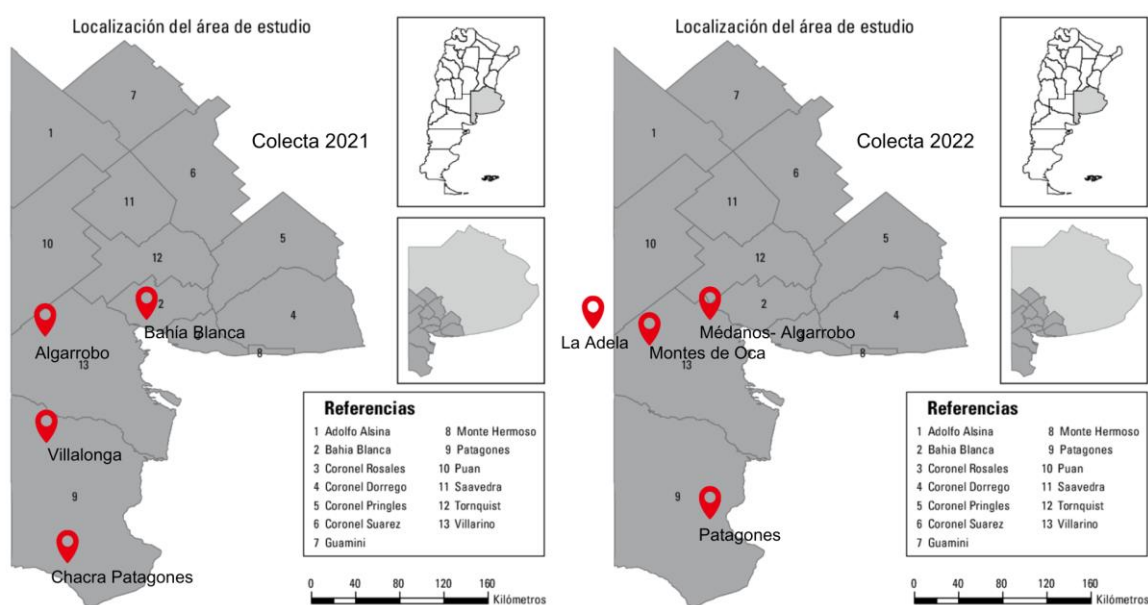


Figura 2: Sitios de colecta de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en los años 2021 y 2022.

Limpieza de semillas

El proceso de limpieza de semillas consistió en separar la arista del antopodio (Fig. 3). Este procedimiento se realizó manualmente, diferenciando las semillas maduras de las inmaduras, dependiendo su color y firmeza al tacto. Luego fueron almacenadas en bolsas de papel con su correspondiente identificación.

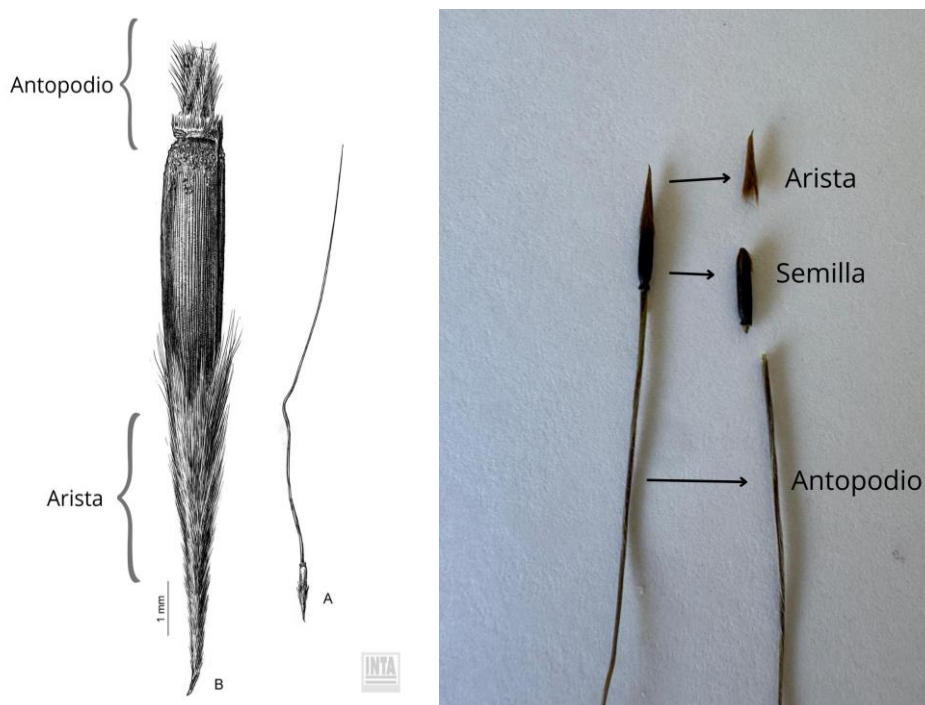


Figura 3: Elementos removidos en la limpieza de la semilla. Figura de la izquierda

Modificada de Flora Argentina: <http://www.floraargentina.edu.ar/>

Peso de mil semillas (P1000)

Para contabilizar el peso de mil semillas se realizó un pool (mezcla) de semillas del total de plantas recolectadas de cada población, para asegurar que la cuantificación sea representativa del sitio de colecta.

El peso de mil semillas por población se determinó realizando el peso promedio de cuatro repeticiones de 100 semillas, multiplicado por 10, utilizando una balanza analítica de precisión, modelo HR-202i, que cuenta con un error de $\pm 0,0001$ g (Fig. 4). Los resultados se expresaron en gramos.



Figura 4: Balanza analítica HR-202i.

Porcentaje de germinación

Se realizaron dos ensayos de germinación, uno sin tratamiento y otro con tratamiento previo con calor en estufa, a una temperatura de 90 °C durante 10 minutos. Este tratamiento se llevó a cabo con el fin de explorar la posible dormición que pudieran presentar las semillas (Distel *et al.*, 1992, Kin *et al.*, 2004, Avila *et al.*, 2010). Para determinar el porcentaje de germinación se utilizó una cámara de germinación, con un régimen de temperatura de 20/15 °C; 12 h luz/12 h oscuridad (Mayor *et al.*, 2007). Para cada tratamiento se realizaron cuatro repeticiones de 25 semillas por población, que fueron colocadas en cajas de Petri desinfectadas con alcohol, sobre papel secante previamente humedecido con agua destilada (Fig. 5).

Se consideró como semilla germinada aquella que presentó la radícula visible. Se efectuó el conteo de semillas germinadas cada dos días durante un mes. Una vez germinada, la semilla fue removida de la caja.

Con la frecuencia de conteo anteriormente mencionada se determinó también la germinación acumulada, como el porcentaje total de semillas germinadas a lo largo del tiempo, considerando la suma progresiva de cada conteo.

Al finalizar el ensayo, las semillas remanentes fueron retiradas de la cámara y almacenadas en la heladera para realizar un test de viabilidad.

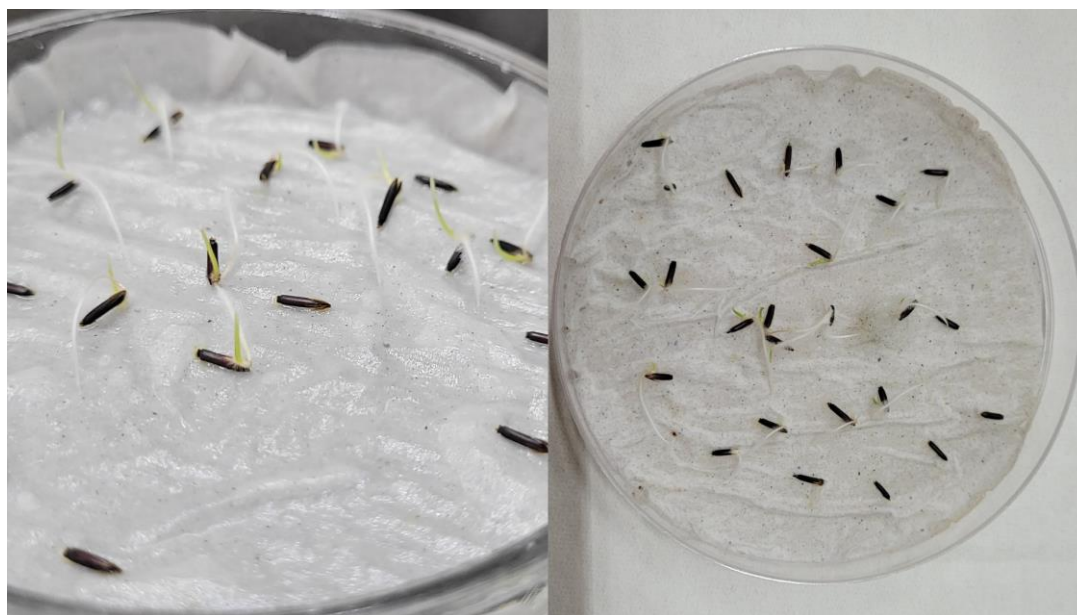


Figura 5: Semillas de *Piptochaetium napostaense* germinadas y sin germinar (ausencia de radícula).

Test de viabilidad

Se realizó luego del ensayo de germinación sobre aquellas semillas que no germinaron. El procedimiento consistió en retirar la cubierta seminal externa, seguido de un corte longitudinal con hojas de navajas para posteriormente colocar la semilla en un frasco de vidrio cubierto con papel aluminio conteniendo una solución de cloruro de 2-3-5 trifeniltetrazolio al 1% (TTC). Los frascos fueron llevados a la estufa a 30 °C durante un mínimo de 15 h (Fig. 6). La técnica histológica de tinción TTC determina la viabilidad de los tejidos vegetales; si éstos se encuentran metabólicamente activos respiran, lo que provocará una reacción química que tendrá como consecuencia la tinción rojiza-rosada de los mismos. Al día siguiente, se visualizaron los resultados a la lupa y se contabilizó el número de semillas viables (teñidas de un color rosado) y no viables (sin cambios en el color).



Figura 6: Estufa utilizada para el test de viabilidad.

Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia acumulado fue calculado sembrando 300 semillas por población en bandejas plásticas germinadoras de 36 celdas, conteniendo sustrato Grow Mix Multipro (Fig. 7). Una vez sembradas, se llevaron a invernadero, con riego a necesidad. El conteo se realizó con una frecuencia de dos días durante 16 días.



Figura 7: Siembra de las ocho poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en bandejas multiceldas.

Supervivencia y crecimiento inicial

Para determinar la supervivencia, se cuantificó el total de plántulas vivas 36 días después de la siembra. Por otra parte, el crecimiento inicial fue determinado en base al número de macollos promedio por planta y al número de hojas del macollo principal (Fig. 8).

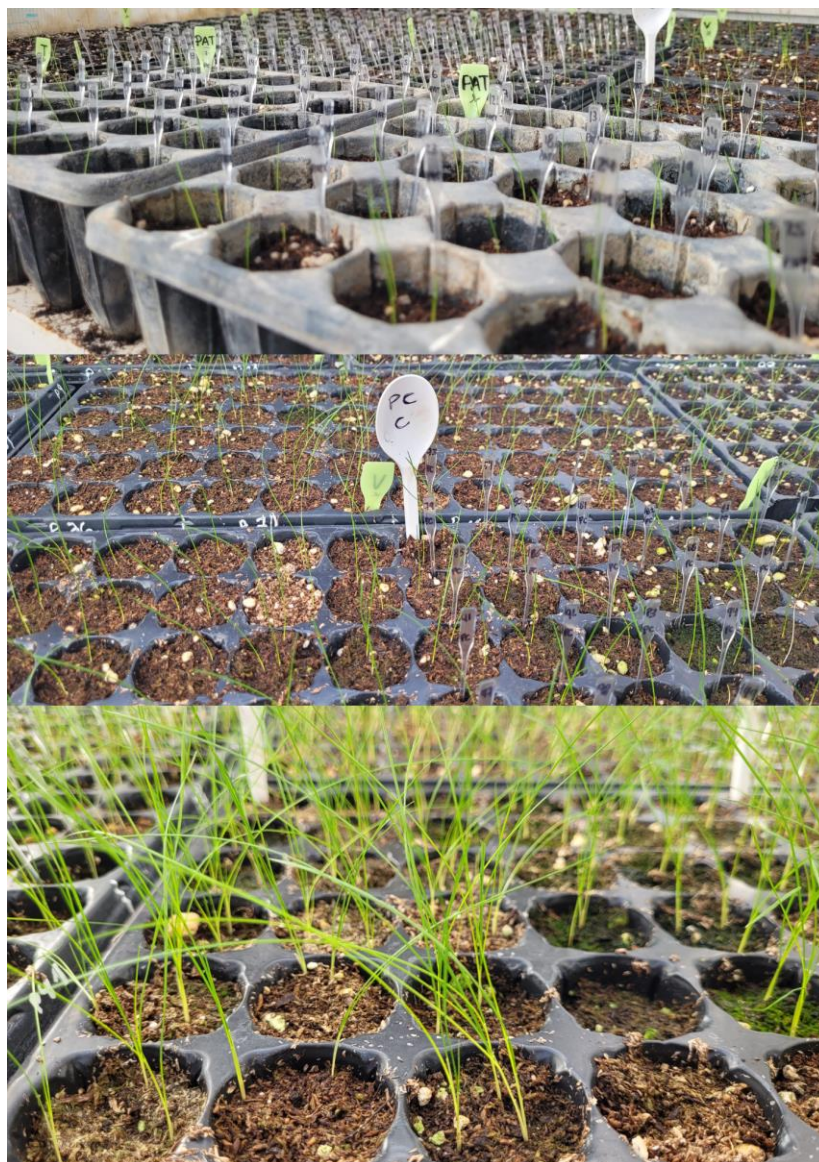


Figura 8: Plántulas creciendo en bandejas de germinación con diferentes estadios de crecimiento y desarrollo de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* en las cuales se midió supervivencia y crecimiento inicial.



Análisis estadístico

Para el análisis de los datos de peso de mil semillas, supervivencia y crecimiento de plántulas se empleó ANOVA simple, mientras que para el análisis de germinación y viabilidad se utilizó ANOVA doble, siendo los factores las poblaciones y el tratamiento. En los casos donde los resultados fueron significativos ($p < 0,05$), se empleó el test de comparación de medias Tukey. Para todos los análisis se utilizó el software estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

Teniendo en cuenta que las colectas se realizaron en dos años diferentes (2021 y 2022), con regímenes climáticos distintos, y que no se trataron de las mismas poblaciones en ambos años, el análisis de los resultados se efectuó considerando por separado las poblaciones correspondientes a cada año.

Peso de mil semillas

Respecto a las semillas colectadas en el año 2021, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las poblaciones (Tabla 2). El peso de las semillas recolectadas en 2021 varió significativamente ($p < 0,05$) entre las poblaciones. La población BB presentó el mayor peso, seguida por AR. Ambas poblaciones superaron significativamente a VL y PC, que no mostraron diferencias significativas entre sí. El peso de las semillas, el cual expresa el potencial de las reservas disponibles para las plántulas consecutivas, se considera una característica importante que determina el éxito a nivel de planta individual (Mazer, 1989, Westoby *et al.*, 1990, 1992).

Tabla 2: Peso de mil semillas de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* 2021 ($n=4$). g: gramos. min: mínimo. máx: máximo. Letras distintas indican diferencias significativas entre las diferentes poblaciones ($p < 0,05$).

Sitios	Media (g)		Mín	Máx
Bahía Blanca (BB)	0.54	a	0.52	0.55
Algarrobo (AR)	0.40	b	0.38	0.41
Patagones Chacra (PC)	0.37	c	0.37	0.37
Villalonga (VL)	0.37	c	0.35	0.38

Por su parte, las poblaciones recolectadas en el año 2022 también arrojaron diferencias significativas en esta variable ($p < 0,05$), presentando los mayores valores MO, seguido de LA 0,51 g, MA y por último PP (Tabla 3).

Tabla 3: Peso de mil semillas de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* 2022 (n=4). g: gramos. min: mínimo. máx: máximo. Letras distintas indican diferencias significativas entre las diferentes poblaciones ($p < 0,05$).

Sitios	Media (g)		Mín	Máx
Montes de Oca (MO)	0.53	a	0.52	0.55
La Adela (LA)	0.51	b	0.50	0.52
Médanos- Algarrobo (MA)	0.44	c	0.43	0.44
Partido de Patagones (PP)	0.41	d	0.41	0.42

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el peso de mil semillas de PN varió entre 0,37 y 0,54 g según el sitio de procedencia, con diferencias significativas entre localidades. Estos valores se encuentran en el rango reportado previamente por Porta Siota *et al.*, (2025), quien informó pesos entre 0,51 y 0,67 g en diferentes poblaciones, aunque en algunos sitios como PC y VL se registraron valores levemente inferiores al mínimo citado por dicho autor. En conjunto, ambos trabajos coinciden en evidenciar una marcada variabilidad intraespecífica en el peso de semillas, probablemente asociada a factores ambientales y genéticos, lo que resalta la importancia de considerar el origen del material al momento de planificar estudios de germinación, propagación o restauración.



Porcentaje de germinación

Las poblaciones pertenecientes a la colecta 2021 no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre sí en la condición control (Tabla 4). En contraparte, el tratamiento redujo la germinación en todos los casos, presentando diferencias significativas ($p<0,05$), siendo BB y PC iguales entre sí y con porcentajes de germinación mayores que AR y VL. El análisis por tratamiento mostró que las poblaciones BB y PC no presentaron diferencias significativas en sus valores medios ($p>0,05$), mientras que AR y VL sí ($p<0,05$).

En la colecta de 2022, las poblaciones de PN presentaron diferencias significativas entre sí en ambas condiciones ($p<0,05$). En este sentido, en la condición control; MO mostró los valores más elevados, aunque no se diferenció de MA. Por su parte, esta última (MA) tampoco se diferenció de LA y PP. Por otro lado, el tratamiento con calor mostró diferencias significativas ($p<0,05$), siendo la germinación, en orden decreciente, mayor en LA, seguido de MA, MO y PP. En cuanto a la comparación entre el control y el tratamiento dentro de cada población; las diferencias fueron significativas en todos los casos (control > tratamiento), excepto en LA (Tabla 4).

Tabla 4: Porcentaje promedio de germinación de semillas de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* ($n=4$), en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura, recolectadas en 2021 y 2022. Letras distintas delante de la coma indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre poblaciones dentro de cada tratamiento y después de la coma, entre tratamientos dentro de cada población, respectivamente.

Año	Población	Control		Tratamiento	
2021	Bahía Blanca (BB)	97	a,a	87	a,a
	Patagones Chacra (PC)	93	a,a	82	a,a
	Algarrobo (AR)	90	a,a	34	b,b
	Villalonga (VL)	84	a,a	22	b,b
2022	Montes de Oca (MO)	97	a,a	27	c,b
	Médanos- Algarrobo (MA)	82	ab,a	49	b,b
	La Adela (LA)	74	b,a	82	a,a
	Partido de Patagones (PP)	69,3	b,a	5,3	d,b

El tratamiento térmico de 90 °C durante 10 min disminuyó los porcentajes de germinación en la mayoría de las poblaciones de PN, en comparación con las semillas control. Esto mismo fue concluido por Avila *et al.*, (2010), que al estudiar el efecto de las temperaturas alcanzadas por los incendios en la germinación de la semilla de PN, las temperaturas elevadas y los tiempos de exposición prolongados disminuyeron significativamente los porcentajes de esta variable, atribuyéndole este efecto a daños fisiológicos en los tejidos embrionarios.

Mayor *et al.* (2007) señalan que la exposición a altas temperaturas podría inducir la ruptura de la dormición en PN; sin embargo, en este estudio no se verificó dicho efecto, ya que la disminución en el porcentaje de germinación observada en las poblaciones tratadas con temperatura podría deberse a la intensidad del tratamiento, ya sea excesiva, superando el umbral de tolerancia de la especie, o insuficiente para romper eficazmente la dormición. Por otra parte, la bibliografía indica que la especie presenta dormición exógena (atribuible a la presencia de glumas), motivo por el cual se ha sugerido su remoción como paso necesario para la realización de ensayos de germinación (Mayor *et al.*, 2007; Busso *et al.*, 2015). Sin embargo, en el presente estudio se registraron porcentajes elevados de germinación en semillas con la cubierta intacta. Este hallazgo reviste especial importancia, ya que sugiere que no resulta imprescindible retirar las glumas para obtener plántulas viables, lo que simplificaría tanto los procedimientos de germinación en laboratorio como las prácticas de siembra a campo.

Los porcentajes de germinación bajo condiciones control fueron considerablemente altos, entre 69,3% y 97%. Porta Siotto *et al.*, (2025) reportaron

que diferentes poblaciones de esta especie mostraron variaciones en sus porcentajes de germinación, alcanzando hasta un 62,3%, lo que evidencia que la capacidad germinativa está fuertemente influenciada por el origen poblacional y la variabilidad genética del material vegetal. Es importante destacar que, en general, las poblaciones naturales evaluadas superaron el 80% de germinación, por lo que, aun sin tratarse de cultivares mejorados, presentan una germinación comparable o superior a los valores exigidos comercialmente para especies forrajeras ampliamente utilizadas, cuyos estándares certificados suelen ubicarse entre 80–85% de germinación mínima (por ejemplo, *Festuca* sp., *Lolium* sp., *Panicum* sp., *Medicago* sp. - Disposición SNS N.º 12/1988).

Germinación acumulada

En la Figura 9 puede observarse la germinación acumulada para las cuatro poblaciones de 2021, y el tiempo que demoró cada población en alcanzar el valor máximo.

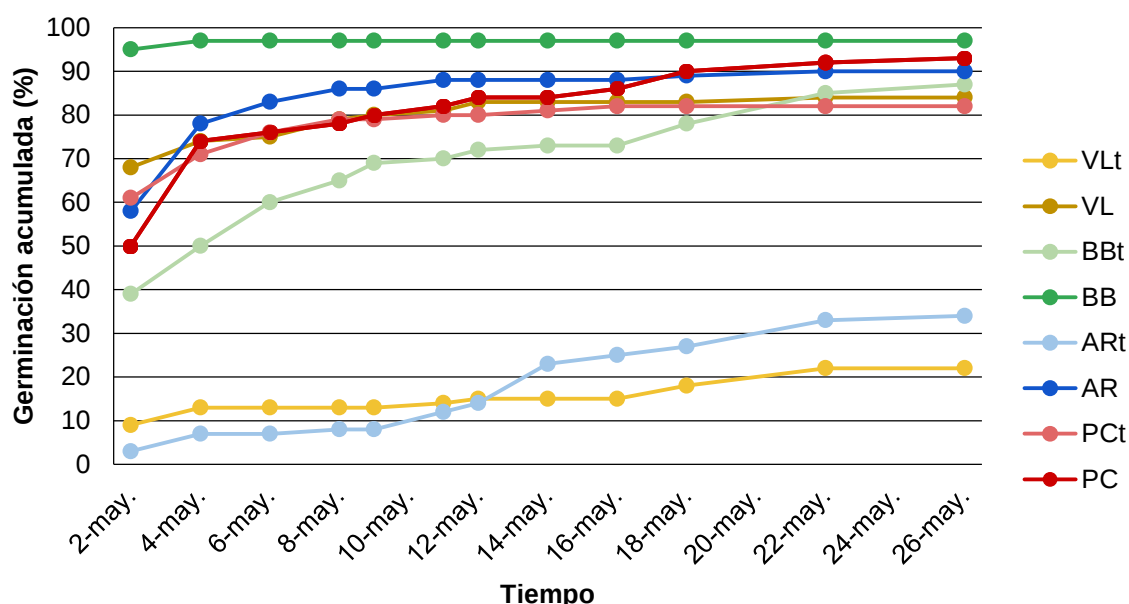


Figura 9: Porcentaje de germinación acumulada para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2021, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Como se indicó anteriormente, las semillas control superaron en germinación a las tratadas con temperatura. La población BB control destacó por su rápida germinación, alcanzando un 95% en solo seis días. Otras poblaciones control, como VL, PC y AR, también mostraron una germinación superior al 50% en el primer día

de conteo. Contrariamente, ARt y VLt no alcanzaron a acumular el 40% de germinación en todo el periodo.

En la Figura 10, que representa la germinación acumulada de las semillas recolectadas en 2022, se observó una mayor variabilidad en comparación con 2021. Esta dispersión de los datos no permite analizar los resultados con la misma claridad que en el año anterior. Aun así, se evidenció que las poblaciones no tratadas presentaron una mayor actividad germinativa que las tratadas durante las primeras etapas del conteo. En este caso, la población MO se destacó por su rápida germinación y, si bien inicia con porcentajes de germinación entre 40 y 50%, incrementa rápidamente su valor al segundo día y continúa de manera sostenida hasta llegar a su máximo. Por otro lado, se observó una baja performance de PPt, dado que presentó los menores valores de germinación a lo largo del tiempo, con porcentajes finales de germinación que no superaron el 4%.

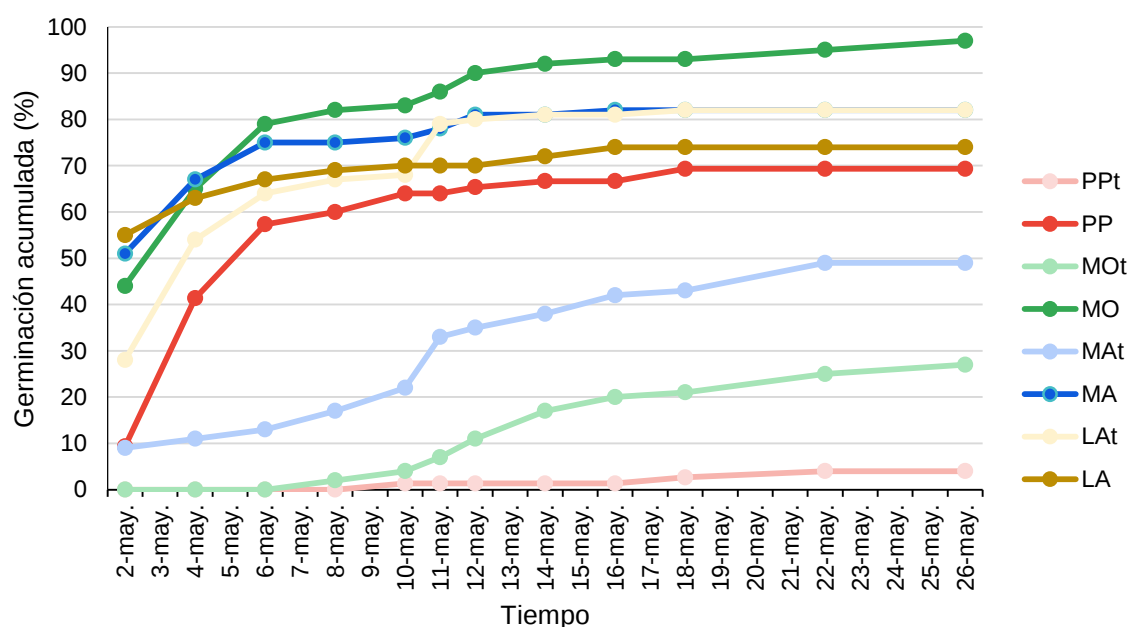


Figura 10: Porcentaje de germinación acumulada para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), en 2022, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Disponer de semillas con altos porcentajes y rápida germinación favorecería la reintroducción de PN en áreas donde la especie no está presente o se encuentra muy pobremente representada en el pastizal.

Viabilidad

Para este análisis, se removió el tegumento seminal de las semillas de PN antes de ser sometidas a la técnica histológica de tinción con cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio (TTC) (Fig. 11).

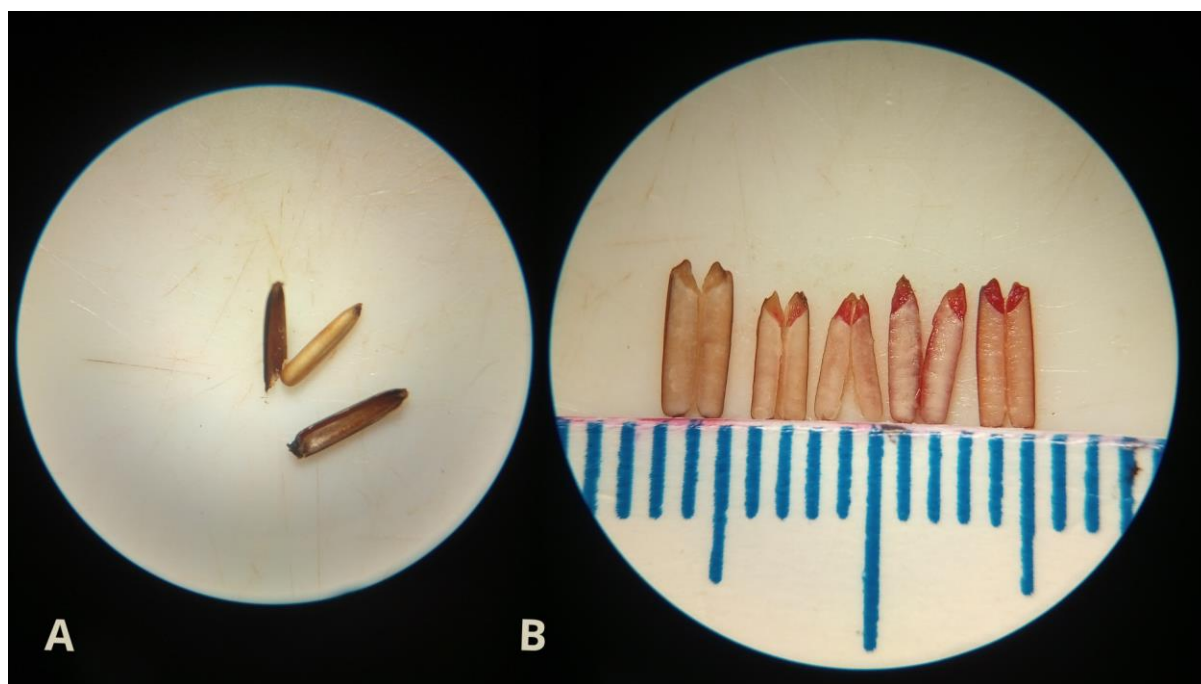


Figura 11: Imagen tomada desde una lupa binocular de semillas de PN. A) Semilla con remoción del tegumento seminal. B) Semillas tratadas con TTC mostrando diferentes grados de tinción del embrión; en aumento de izquierda a derecha.

Es importante mencionar que a pesar de que se trata de un método ampliamente utilizado para evaluar viabilidad, es incapaz de distinguir entre los tejidos muertos y los latentes que tienen una actividad metabólica muy baja como para teñirse con TTC, pero que aún poseen el potencial de crecer y desarrollarse bajo las condiciones apropiadas. Aquellas semillas no teñidas con TTC, no se consideran necesariamente muertas, y su viabilidad debería ser comprobada con otros colorantes que no penetran las membranas semipermeables intactas como el azul de Evans (Torres *et al.*, 2021).

En ocasiones los embriones se colorean parcialmente, lo que indica la existencia de áreas de tejidos muertos debido al deterioro de la semilla. En estos casos, la posición y el tamaño de las áreas necróticas, y no necesariamente la intensidad del color, es el índice que se utiliza para clasificar a las semillas como viables o no viables (García y Villamil, 2001).



Este test permitió observar que las poblaciones control de PN 2021 no difirieron significativamente en la viabilidad de sus semillas ($p>0,05$) (Tabla 5). Sin embargo, las poblaciones tratadas presentaron diferencias significativas entre sí ($p<0,05$). Específicamente, BB y VL mostraron valores de viabilidad similares y superiores a los de PC y AR. Adicionalmente, PC presentó valores mayores que AR. Al comparar la respuesta de las poblaciones al tratamiento con calor se observó la ausencia de efecto en BB y PC, mientras que en AR y VL, contrariamente a lo esperado, éste redujo la viabilidad en comparación al control.

Respecto a las poblaciones de PN 2022, se observaron diferencias significativas entre las poblaciones control y tratadas ($p<0,05$). En las poblaciones control no se observaron diferencias significativas entre MO y LA, las cuales presentaron los mayores valores. Ambas poblaciones difirieron significativamente de MA, la que a su vez fue mayor que PP.

Las poblaciones tratadas también presentaron diferencias significativas entre sí ($p<0,05$). En primer lugar, y con el valor más alto, se encontró LA, seguida de MA y MO, que no se diferencian entre sí, pero sí fueron superiores a PP.

Asimismo, el análisis por población arrojó que LA no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) pero sí lo hicieron MA, PP y MO; las tres con valores superiores en el control.

Tabla 5: Porcentaje de semillas viables para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* ($n=4$), en 2021 y 2022, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. En cada año, letras distintas antes y después de la coma indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre poblaciones dentro de un mismo tratamiento o entre tratamientos dentro de cada población, respectivamente.

Año	Población	Control		Tratamiento	
2021	Bahía Blanca (BB)	97	a,a	98	a,a
	Patagones Chacra (PC)	94	a,a	77	b,a
	Algarrobo (AR)	93	a,a	62	c,b
	Villalonga (VL)	95	a,a	90	a,b
2022	Montes de Oca (MO)	100	a,a	69	b,b
	Médanos- Algarrobo (MA)	90	b,a	75	b,b
	La Adela (LA)	99	a,a	98	a,a
	Partido de Patagones (PP)	76	c,a	37,33	c,b

La Figura 12 muestra los porcentajes de semillas germinadas de las poblaciones de PN colectadas en 2021 y, entre las no germinadas, distingue cuáles resultaron viables (NGV) y cuáles no.

Respecto a las poblaciones control de 2021, se observaron porcentajes elevados de semillas germinadas más no germinadas viables en todas las poblaciones, excepto en VLt (Villalonga tratada) que no superó el 75%.

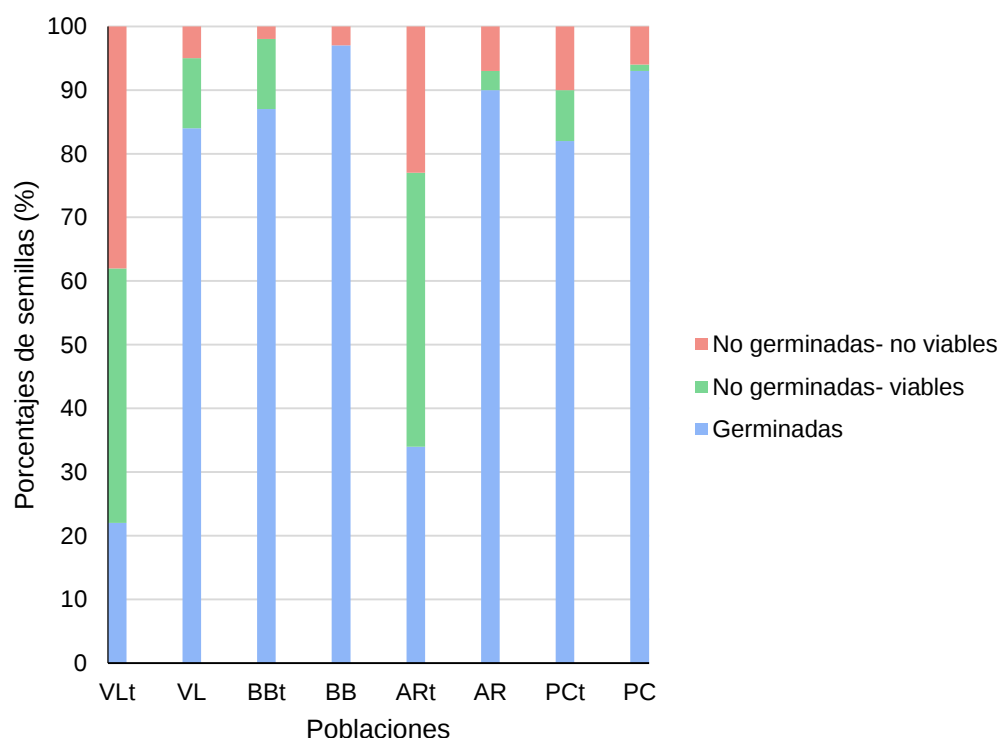


Figura 12: Comparación de valores porcentuales de semillas germinadas, no germinadas viables y no germinadas no viables y totales (germinadas + viables) para las poblaciones de

Piptochaetium napostaense (n=4), en 2021, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Respecto a los valores observados en 2022 (Fig. 13), se observaron tres poblaciones (PPt, MOt y MAAt) que no superaron el 75% entre semillas germinadas y NGV. Cabe destacar que MO no presentó semillas no viables.

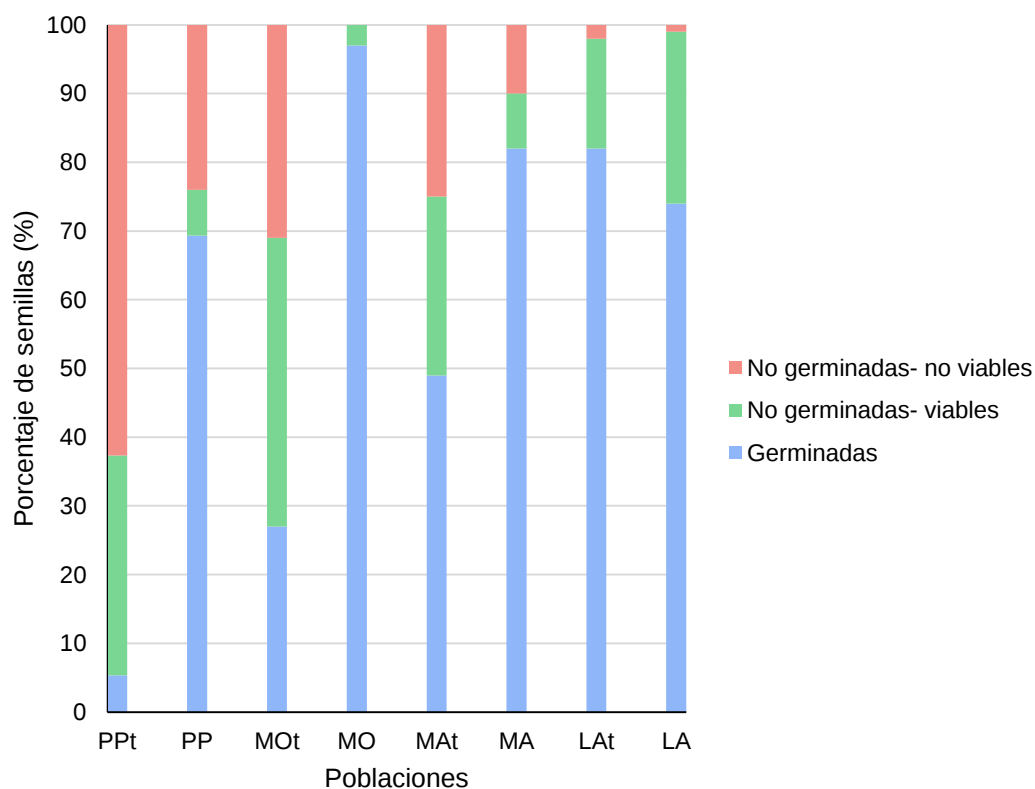


Figura 13: Comparación de valores porcentuales de semillas germinadas, no germinadas viables y no germinadas no viables y totales (germinadas + viables) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), en 2022, en condiciones control y sometidas a tratamiento con temperatura. El subíndice “t” corresponde a las poblaciones tratadas.

Emergencia

Las poblaciones de PN de la colecta del año 2021 y 2022 no presentaron diferencias significativas en los valores de emergencia (Tabla 6).

Tabla 6: Porcentajes promedio de emergencia para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4), colectadas en 2021 y 2022. Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones ($p < 0,05$).

Año	Población	Control	
2021	Bahía Blanca (BB)	88	a
	Patagones Chacra (PC)	79	a
	Algarrobo (AR)	82,33	a
	Villalonga (VL)	71	a
2022	Montes de Oca (MO)	71	a
	Médanos- Algarrobo (MA)	69	a
	La Adela (LA)	71,33	a
	Partido de Patagones (PP)	52,67	a

Se ha demostrado que un mayor porcentaje de emergencia se asocia con una mayor capacidad de las plántulas para establecerse exitosamente en el sitio de siembra (Porta Siota *et al.*, 2021). Este comportamiento está vinculado a características genéticas, como el vigor y la capacidad de la semilla para germinar en un tiempo determinado (Copeland & McDonald, 2001). En las Figuras 14 y 15 se presenta la emergencia acumulada de las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* correspondientes a las colectas de 2021 y 2022, respectivamente.

Todas las poblaciones mostraron un rápido incremento de la emergencia en los primeros días de evaluación, alcanzando un 50% antes del 10 de junio, fecha en la que se concentró la mayor parte de la germinación. Luego la tasa de aumento desaceleró, con un ascenso progresivo hasta estabilizarse.

Los resultados del 2021 arrojan que VL obtuvo el valor de emergencia acumulado (%) más bajo y BB el más alto; mientras que entre las poblaciones del 2022; PP obtuvo el porcentaje más alto y MA el más bajo.

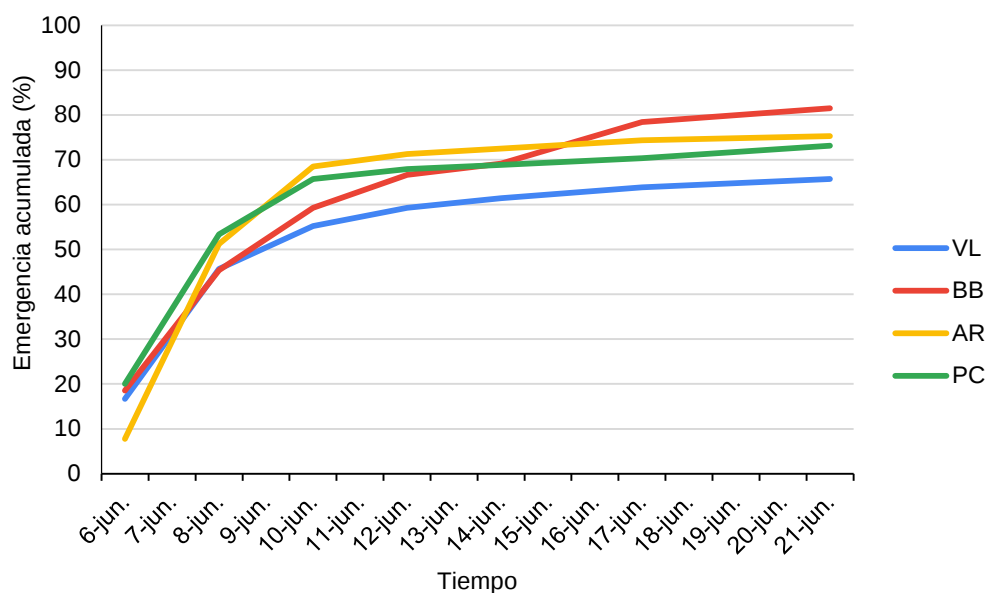


Figura 14: Emergencia acumulada (%) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2021.

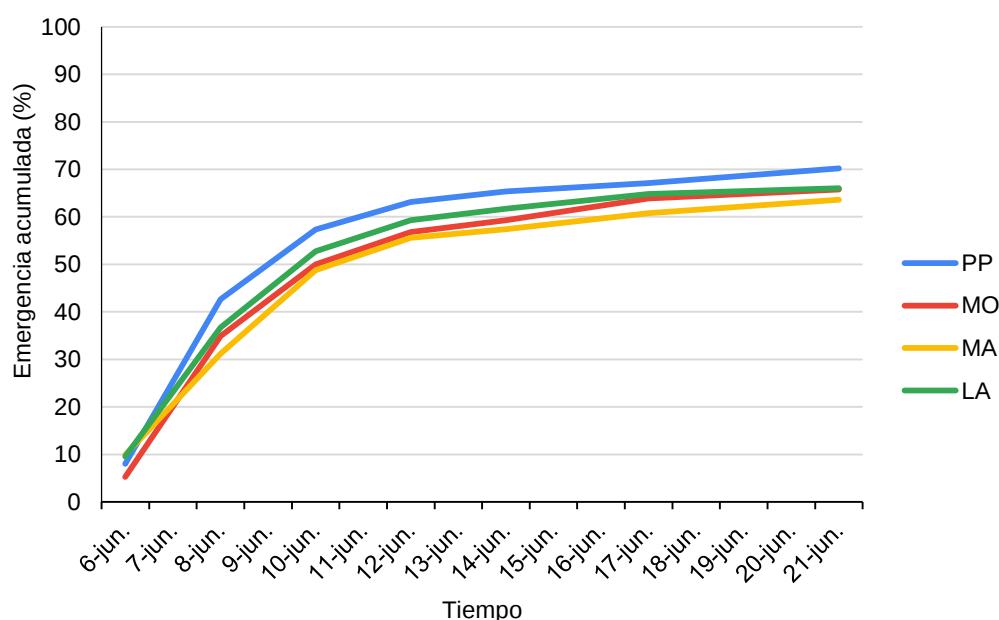


Figura 15: Emergencia acumulada (%) para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) de 2022.

Supervivencia y crecimiento inicial

En los valores promedio de supervivencia a los 36 días posteriores a la siembra, no se obtuvieron diferencias significativas entre poblaciones, en ambos años analizados (Fig. 16 y 17). A pesar de este resultado, en las poblaciones de PN

colectadas en 2021, se observó un elevado porcentaje (90,33%) en BB, seguido de PC, AR y VL, todos los valores superiores al 70% (Fig. 16).

Altos valores de supervivencia podrían indicar un éxito en la restauración de los pastizales naturales, ya que las plantas tendrían un buen potencial para colonizar áreas degradadas y otorgar estabilidad a largo plazo al pastizal (Zeberio & Perez, 2021).

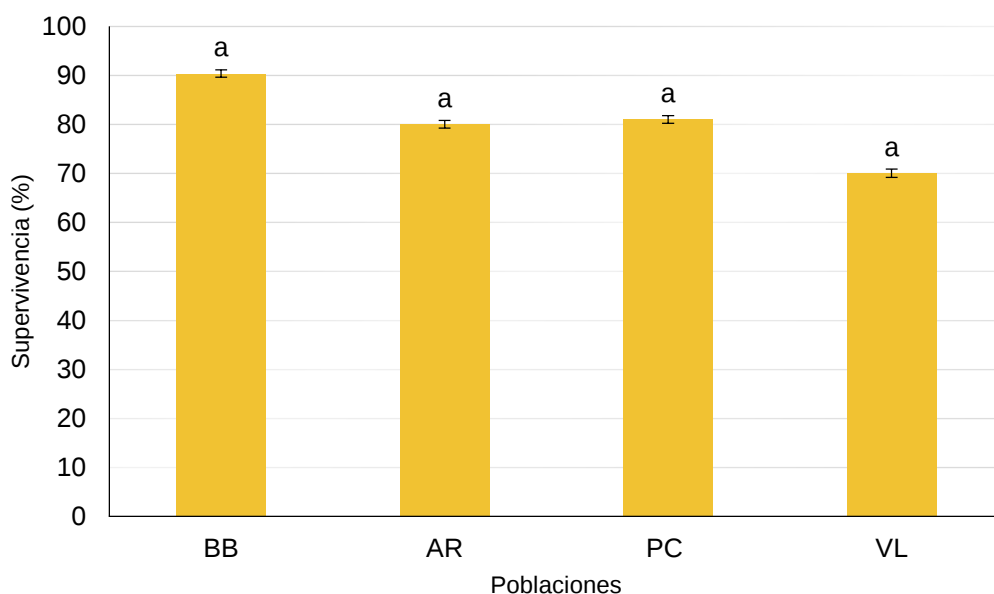


Figura 16: Porcentaje de supervivencia por población de *Piptochaetium napostaense* (n=4). VL: Villalonga. BB: Bahía Blanca. AR: Algarrobo. PC: Patagones Chacra. Letras distintas indican diferencias significativas entre las poblaciones ($p < 0,05$).

Los valores de supervivencia de las poblaciones de PN colectadas en el año 2022 pueden observarse en la Figura 17, donde MO y LA presentaron el mismo porcentaje de supervivencia (73%), seguido de MA y por último PP.

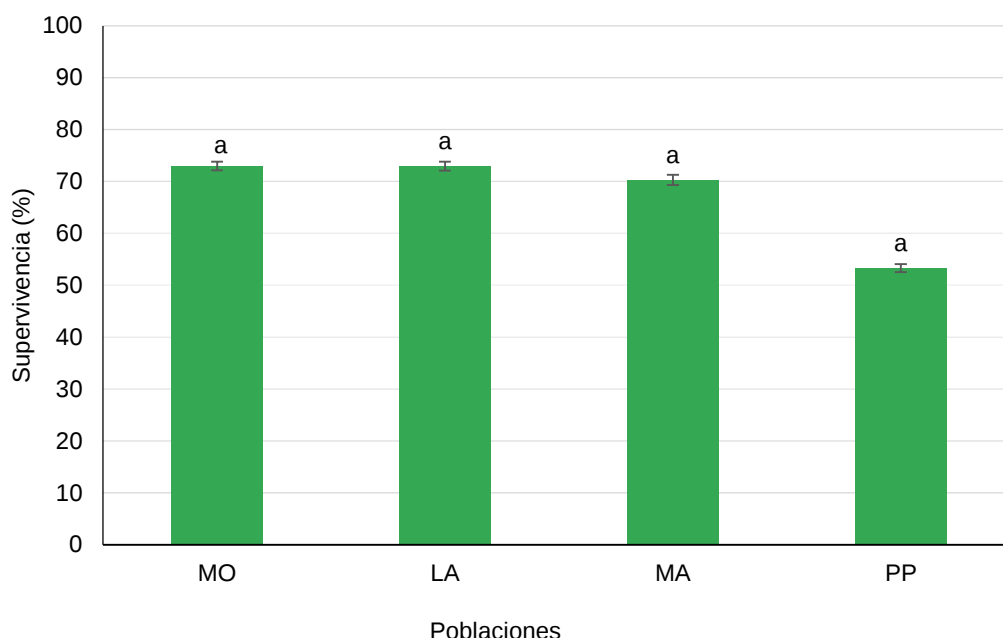


Figura 17: Porcentaje de supervivencia por población de *Piptochaetium napostaense* (n=4).

PP: Patagones. MA: Médanos-Algarrobo. LA: La Adela. MO: Montes de Oca. Letras distintas indican diferencias significativas entre las diferentes poblaciones ($p < 0,05$).

Otros dos parámetros analizados en el crecimiento inicial fueron el *número de macollos promedios por planta* y el *número de hojas del macollo principal*.

Las poblaciones de la colecta 2021 no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en cuanto al número de macollos promedio por planta y al número de hojas del macollo principal, tal como puede observarse en las Tablas 7 y 8, respectivamente.

En contraste, las poblaciones de PN 2022 sí presentaron diferencias significativas en el número de macollos por planta, como se observa en las poblaciones PP, LA y MO, los cuales son diferentes y superiores a MA.

En cuanto al *número de hojas promedio por macollo principal*, para el año 2022, no se observaron diferencias significativas entre las poblaciones. No obstante, en LA se observó el mayor valor seguido de MO, PP y por último MA.

Tabla 7: Valores promedio de macollos por planta para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) colectadas en 2021 y 2022. Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones ($p < 0,05$).

Número de macollos promedio por planta			
Año	Población	Control	
2021	Bahía Blanca (BB)	1,84	a
	Patagones Chacra (PC)	1,8	a
	Algarrobo (AR)	1,81	a
	Villalonga (VL)	1,25	a
2022	Montes de Oca (MO)	1,88	a
	Médanos-Algarrobo (MA)	1,59	b
	La Adela (LA)	1,92	a
	Partido de Patagones (PP)	2,13	a

Tabla 8: Valores promedio del número de hojas por macollo principal para las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* (n=4) colectadas en 2021 y 2022. Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones ($p < 0,05$).

Número de hojas promedio por macollo principal			
Año	Población	Control	
2021	Bahía Blanca (BB)	2,03	a
	Patagones Chacra (PC)	1,95	a
	Algarrobo (AR)	1,97	a
	Villalonga (VL)	1,91	a
2022	Montes de Oca (MO)	1,94	a
	Médanos-Algarrobo (MA)	1,86	a
	La Adela (LA)	1,97	a
	Partido de Patagones (PP)	1,92	a

El macollamiento y el número de hojas por macollo principal son rasgos estrechamente vinculados y determinantes del desempeño de las poáceas. Un mayor número de macollos por planta constituye un carácter fisiológico clave, al representar la principal vía de propagación vegetativa de estas especies. Este rasgo se asocia con una mayor producción de biomasa aérea y, en consecuencia, con una mayor disponibilidad de forraje, especialmente relevante en *Piptochaetium napostaense*, especie nativa palatable y preferida por el ganado.



El incremento en la biomasa, además, favorece la cobertura del suelo, contribuyendo a reducir procesos erosivos y a mejorar la competitividad de la especie frente a otras especies. Del mismo modo, un mayor número de hojas por planta incrementa la superficie fotosintéticamente activa, promoviendo una mayor acumulación de biomasa y una mejor capacidad de resiliencia ante condiciones ambientales adversas.

Conclusiones

Las poblaciones de *Piptochaetium napostaense* evaluadas mostraron una marcada variabilidad en el peso de semillas, germinación y viabilidad. Esto evidencia la importancia de considerar el origen del material vegetal al planificar estudios de germinación, propagación o restauración de pastizales naturales.

Los porcentajes de germinación bajo condiciones control fueron elevados, superando en general el 80%, lo que indica un alto potencial de establecimiento de las poblaciones naturales de *P. napostaense*. La exposición a altas temperaturas redujo la germinación en la mayoría de los casos, lo que sugiere que los tratamientos extremos pueden afectar la viabilidad de la semilla, mientras que la cubierta seminal no constituyó un impedimento para la germinación, simplificando potenciales prácticas de siembra a campo.

Todas las poblaciones presentaron una rápida emergencia inicial, alcanzando el 50% en pocos días. La emergencia acumulada y los altos porcentajes registrados reflejan la capacidad de las plántulas para establecerse en el sitio de siembra, lo que respalda el uso de estas poblaciones en estrategias de restauración ecológica.

Los elevados valores de supervivencia observados, superiores al 70% en la mayoría de los casos, sugieren que las poblaciones evaluadas tienen un alto potencial para colonizar áreas degradadas y contribuir a la estabilidad a largo plazo de los pastizales. Los parámetros de macollamiento y número de hojas por macollo principal destacan como indicadores del desempeño de la especie, asociados con mayor producción de biomasa, disponibilidad de forraje y cobertura del suelo, factores claves para la recuperación de ecosistemas pastizales.

Los resultados presentados en este trabajo sugieren que *P. napostaense* posee un alto potencial para la restauración ecológica, gracias a su buena germinación, supervivencia y crecimiento inicial. Estas características favorecen su



establecimiento, la cobertura del suelo y la resiliencia del pastizal. No obstante, se requiere profundizar en estudios a campo que consideren la competencia interespecífica, la variabilidad ambiental y las interacciones con el pastoreo, así como evaluar las mismas poblaciones provenientes de distintas colectas anuales.

Futuras investigaciones deberían centrarse en comprender los mecanismos que determinan el establecimiento y persistencia de las plántulas en ambientes naturales, así como en desarrollar estrategias de manejo de siembra y conservación de semillas que maximicen el éxito de implantación. De este modo, *P. napostaense* podría consolidarse como una especie clave en la restauración sostenible de los pastizales del Sudoeste Bonaerense.



Referencias

- Avila, P., Kin, A. G., & Morici, E. F. (2010). Influencia de la temperatura y el tiempo de exposición sobre la germinación y la emergencia de *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack. *Semiárida*, 21, 3-15.
- Busso, C. A., & Fernández, O. A. (2018). Arid and semiarid rangelands of Argentina. *Climate variability impacts on land use and livelihoods in drylands*, 261-291.
- Cano, E. (1988). Pastizales naturales de La Pampa. *Descripción de las especies más importantes*, 1, 425.
- Chapin III, F. S., & Shaver, G. R. (1996). Physiological and growth responses of arctic plants to a field experiment simulating climatic change. *Ecology*, 77(3), 822-840.
- Clewell, A., Aronson, J., & Winterhalder, K. (2004). Society for ecological restoration international science & policy working group. *The SER international primer on ecological restoration*.
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (2001). *Principles of seed science and technology* (4th ed.). Springer.
- De Andreis, F., de Ambiente, S. D. G., Sustentable, D., Bergman, S., Holzman, P., en Recursos, S. D. P. A., ... & del Territorio, O. A. Presidente de la Nación Mauricio Macri Secretario General de la Presidencia.
- Distel, R. A., Pietragalla, J., Iglesias, R. M. R., Didoné, N. G., & Andrioli, R. J. (2008). Restoration of palatable grasses: A study case in degraded rangelands of central Argentina. *Journal of arid environments*, 72(10), 1968-1972.
- Entio, L. J., Mujica, M. D. L. M., Busso, C. A., Torres, Y. A., Montenegro, O. A., Ithurrart, L. S., ... & Tucut, G. (2014). Variabilidad y correlaciones de caracteres vinculados con el vigor de plántula en dos poblaciones naturales de *Pappophorum vaginatum* Buckley. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 46(2), 223-230.



Trabajo Final de Carrera: Ingeniería Agronómica
Departamento de Agronomía – Universidad Nacional del Sur

García, F. P., & Villamil, J. M. P. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Estructuras.

INASE. (1988). *Disposición SNS N.º 12/1988. Tolerancias para semillas forrajeras y céspedes*. Servicio Nacional de Semillas, Argentina.

Fernandez, O. A., & Busso, C. A. (1997). *Arid and semi-arid rangelands: Two thirds of Argentina (Rangeland Desertification Report No. 200: 41-60)*.

Loydi, A., & Distel, R. A. (2010). Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología austral*, 20(3), 281-291.

Mayor, M. D., Bóo, R. M., Peláez, D. V., Elía, O. R., & Tomás, M. A. (2007). Influence of shrub cover on germination, dormancy and viability of buried and unburied seeds of *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel. *Journal of arid environments*, 68(4), 509-521.

Martín, G. O., Toll Vera, J. R., Olea, L. E., González Coletti, A., Alegre, A., & Liendo, M. E. EL ROLADO COMO TÉCNICA DE MANEJO DE PASTIZALES.

Mazer, S. J. (1989). Ecological, taxonomic, and life history correlates of seed mass among indian dune angiosperms: ecological archives M059-001. *Ecological monographs*, 59(2), 153-175.

Morici, E., Doménech-García, V., Gómez-Castro, G., Kin, A., Saenz, A., & Rabotnikof, C. (2009). Diferencias estructurales entre parches de pastizal del caldenal y su influencia sobre el banco de semillas, en la provincia de La Pampa, Argentina. *Agrociencia*, 43(5), 529-537.

Mujica-Sallés, J., & Marchi, M. (1993). Caracteres de valor taxonómico en el género *Piptochaetium* Presl (Poaceae-Stipeae) y su relación con la distribución de las especies brasileras. *Candollea*, 48(1), 1-13.

O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of botany*, 110(6), 1263-1270.

Peláez, D. V., & Bóo, R. M. res (CIC).



Trabajo Final de Carrera: Ingeniería Agronómica
Departamento de Agronomía – Universidad Nacional del Sur

Peláez, D. V., Blázquez, F., & Tizón, F. R. (2018). Consideraciones para el manejo y restauración de pastizales naturales. *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Presidencia de la Nación*.

Peláez, D. V. (2011). Dinámica de la vegetación en los pastizales del SO Bonaerense: Interacción clima-fuego-pastoreo. *Anales de la ANAV*, 65.

Pérez, D. R., Farinaccio, F. M., & Aronson, J. (2019). Towards a dryland framework species approach. Research in progress in the Monte Austral of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 161, 1-10.

Porta Siota, F. (2021). Aportes a la domesticación de una gramínea perenne nativa: *Piptochaetium napostaense*. Tesis de Magíster en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Porta Siota, F. P., Morici, E. F. A., & Petruzzi, H. J. (2021). Emergencia de plántulas en siembras para rehabilitación ecológica de pastizales: el caso de *Piptochaetium napostaense*. *Semiárida*, 31(2), 57-62.

Porto, N. (2022). *Variabilidad en caracteres vinculados a la implantación en poblaciones espontáneas de Stapfochloa berroi (Arechav.) PM Peterson de la Pampa Deprimida* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Puthod, G. (2018). Mejoramiento del pastizal en el ecotono austral de la Región Pampeana y el Caldenal. Tesis de Magíster en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Quintana, R. D., Bó, R. F., Astrada, E. N., & Reeves, M. C. (2014). Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná.

Smith, F. S., Lloyd-Reilley, J., & Ocumpaugh, W. R. (2010). South Texas Natives: a collaborative regional effort to meet restoration needs in south Texas.

Native Plants Journal, 11(3), 252-268.

Torres, Y. A., Ithurrart, L. S., & Busso, C. (2021). Limitaciones del test de tetrazolio para determinar viabilidad de yemas y semillas. *AgroUNS*.

Traverso, J. E., Troiani, H., & Babinec, F. (2005). Colección y conservación de las especies forrajeras nativas y naturalizadas de la Provincia de La Pampa.



Trabajo Final de Carrera: Ingeniería Agronómica
Departamento de Agronomía – Universidad Nacional del Sur
Publicación Técnica INTA, (63), 20.

Villaverde M.S. 2017. Efecto del fuego accidental sobre la producción y calidad forrajera de gramíneas perennes nativas en el sur del cardenal. Trabajo de intensificación para optar al grado de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Zeberio, J. M., & Pérez, C. A. (2021). Rehabilitación ecológica en el noreste patagónico: Supervivencia y reclutamiento de especies nativas en suelos con diferentes texturas. *Ecología Austral*, 31(3), 491-504.