

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES AÉREAS DE TREVO POLIMORFO

OVERCOMING TEGUMENTAR DORMANCY IN POLYMORPHOUS CLOVER AERIAL SEEDS

Ionara Fátima Conterato¹, Evandro Luiz Missio², Cleber Witt Saldanha³, Madalena Boeni⁴,
Adriane Luiza Schú⁵, Rosana Matos de Morais⁶, Juliana Marchesan⁷

RESUMO

Trifolium polymorphum (trevo polimorfo) é uma leguminosa forrageira nativa que ocorre na metade sul do Rio Grande do Sul e se propaga por sementes aéreas e subterrâneas (anficarpia). No entanto, pouco é conhecido sobre o potencial de germinação das sementes aéreas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tempos de escarificação mecânica com lixa em cilindro rotativo em dois lotes de sementes (2016 e 2022) para verificar a presença de dormência nas sementes aéreas. Os lotes de sementes foram submetidos a cinco tempos de escarificação mecânica com lixa (0, 3, 6, 9 e 12 segundos) em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes cada. Foram avaliados o índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG), primeira contagem de germinação (PC), germinação acumulada (GA), sementes mortas (MO) e sementes firmes (FI). Os lotes mostraram poucas variações nas características avaliadas. No lote 2016 as sementes escarificadas por seis segundos tiveram a melhor GA (75,30%), enquanto no lote 2022 a GA foi menor que 30% em todos os tratamentos. O tratamento usando escarificação mecânica aumentou a germinação de sementes aéreas de *T. polymorphum* quando comparada ao controle, evidenciando a ocorrência de dormência nas sementes.

Palavras-chave: espécie nativa; forrageiras; germinação.

ABSTRACT

Trifolium polymorphum (polymorphous clover) is a native forage legume that occurs in the southern half of Rio Grande do Sul and propagates by aerial and subterranean seeds (amphicarp). However, little is known about the germination potential of aerial seeds. This work aimed to evaluate different times of mechanical

1 Pesquisador, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: ionara-conterato@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3583-9389>

2 Pesquisador, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: evandro-missio@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8582-0301>

3 Pesquisador, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: cleber-saldanha@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6147-6027>

4 Pesquisador, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: madalena-boeni@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2202-2011>

5 Analista Agropecuário e Florestal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: adriane-schu@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7792-3562>

6 Pesquisador, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: rosana-morais@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2694-4646>

7 Analista Agropecuário e Florestal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. E-mail: juliana-marchesan@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2167-5862>

scarification with sandpaper on a rotating cylinder in two lots of seeds (2016 and 2022) to verify the presence of dormancy in the aerial seeds. The seed lots were subjected to five times of mechanical scarification with sandpaper (0, 3, 6, 9 and 12 seconds) in a completely randomized experimental design, with four replications of 25 seeds each. The germination speed index (IVG), average germination time (TMG), germination speed coefficient (CVG), first germination count (PC), accumulated germination (GA), dead seeds (MO) and firm seeds (FI) were evaluated. The lots showed few variations in the characteristics evaluated. In the 2016 lots seeds scarified for six seconds had the best GA (75.30%), while in the 2022 lots the GA was less than 30% in all treatments. The treatment using mechanical scarification increased the germination of *T. polymorphum* aerial seeds when compared to the control, highlighting the occurrence of dormancy in the seeds.

Keywords: native species; forages; germination.

INTRODUÇÃO

As sementes representam uma fase crítica na história de vida das plantas. Durante a maturação, aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares das sementes são afetados por fatores ambientais (LE FAIT; QADERI, 2022). O momento da germinação pode ser determinante para o ciclo de vida da planta e, portanto, é crucial para a sua sobrevivência e a aptidão (DONOHUE *et al.*, 2010). Nesse sentido a maioria das espécies possui mecanismos que retardam a germinação, como a dormência das sementes (FENNER; THOMPSON, 2005). A maioria das espécies, pertencente à família Fabaceae, apresenta dormência de tegumento que dificulta a entrada de água e, consequentemente, a germinação (BENTSINK *et al.*, 2018). A dormência em sementes é um processo complexo presente em um grande número de espécies silvestres, mas pouco manifestada em cultivares (LENSER; THEISSEN, 2013), controlada por fatores como luz, temperatura e tempo de armazenagem a seco de sementes, bem como por fatores genéticos (BENTSINKA; KOORNNEEF, 2008). Ela pode ser classificada em diferentes tipos, porém a dormência fisiológica, quando há presença de substâncias inibidoras no embrião e a dormência física, onde o tegumento da semente se torna impermeável à absorção de água, são as mais comuns (BASKIN; BASKIN, 2004). Diante de condições desfavoráveis o processo de germinação das espécies pode ser dificultado (BASKIN; BASKIN, 2014). Sob a ótica ecológica, a dormência de sementes traz benefícios, pois garante que elas sobrevivam a condições inadequadas e posteriormente germinem em diferentes intervalos de tempo na natureza (MENDES *et al.*, 2019), além de impedir a germinação pré-colheita (BENTSINKA; KOORNNEEF, 2008).

A grande riqueza das pastagens naturais do Rio Grande do Sul em termos de diversidade de espécies é evidenciada pela ocorrência de cerca de 400 espécies de gramíneas (BOLDRINI, 1997) e 250 de leguminosas (MIOTTO; WEATCHER, 2003). Entre as leguminosas, *Trifolium polymorphum* Poir. (trevo polimorfo) é uma espécie estolonífera que ocorre preferencialmente na metade sul do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil (MIOTTO *et al.*, 2023), alcançando o Uruguai e a Argentina (BURKART, 1987). O trevo polimorfo é uma espécie anficárpica, com produção de sementes aéreas e subterrâneas no mesmo indivíduo (CHEPLICK, 1987), mas também se reproduz vegetativamente

pelo rebrote de raízes de reserva (CONTERATO *et al.*, 2023). Durante o inverno, representa um importante componente forrageiro qualitativo, devido à palatabilidade e boa qualidade da forragem (SPERONI; IZAGUIRRE, 2003), com valores de proteína bruta de 18,01% (MORAES *et al.*, 1989).

Em um recente estudo com espécies nativas das pastagens naturais do bioma Pampa, Azevedo *et al.* (2023) observaram baixa germinação das sementes na maioria das espécies. No entanto, algumas técnicas de escarificação têm demonstrado efetividade para superar a dormência de sementes e melhorar o processo de germinação em algumas espécies de forrageiras nativas (TEDESCO *et al.*, 2001; CONTERATO *et al.*, 2019; LUEDKE *et al.*, 2019, SILVA *et al.*, 2021; AZEVEDO *et al.*, 2023), mas essas informações são desconhecidas em *T. polymorphum*. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tempos de escarificação mecânica para superação da dormência das sementes aéreas de *T. polymorphum*.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes aéreas de *T. polymorphum* utilizadas nesse estudo são originárias de experimento conduzido em 2016 em uma área aberta, com as plantas mantidas em floreiras preenchidas com substrato comercial e sem corte e 2022 de plantas mantidas a campo e após um corte, em São Gabriel/RS e Santa Maria/RS, respectivamente. O ensaio foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal (CEFLOR/Santa Maria/RS), pertencente ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI/RS) entre os meses de março e abril de 2023. O estudo consistiu na avaliação de diferentes tempos de escarificação mecânica em cilindro rotativo com lixa número 180 para superação da dormência das sementes aéreas de *T. polymorphum*.

Foram utilizados cinco tempos de escarificação (0, 3, 6, 9, 12 segundos) em sementes de diferentes anos/lotos (2016 e 2022) e 10 tratamentos: tratamento 1 (T1) - sem escarificação/intactas (testemunha), tratamento 2 (T2) - escarificação mecânica por três segundos, tratamento 3 (T3) - escarificação mecânica por seis segundos, tratamento 4 (T4) - escarificação mecânica por nove segundos, tratamento 5 (T5) - escarificação mecânica por 12 segundos para as sementes do ano/lote 2016 e tratamento 6 (T6) - sem escarificação/intactas (controle), tratamento 7 (T7)- escarificação mecânica por três segundos, tratamento 8 (T8)- escarificação mecânica por seis segundos, tratamento 9 (T9)- escarificação mecânica por nove segundos, tratamento 10 (T10) - escarificação mecânica por 12 segundos para as sementes do ano/lote 2022. A escarificação mecânica foi realizada com a utilização de um escarificador do tipo cilindro rotativo elétrico (WEG) com diâmetro de 20 cm e quatro hastas giratórias, com rotação de 1.725 rpm. A lixa utilizada foi de granulometria n°180, dimensionada e ajustada para a circunferência do cilindro.

As sementes foram colocadas em caixas do tipo *gerbox* com papel mata borrão, temperatura de 21 °C (a temperatura de 20 °C é indicada para a maioria das espécies deste gênero nas

Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e 8,5 horas de luz artificial diária. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento em um delineamento completamente casualizado. Os tratamentos foram mantidos por 21 dias em germinador tipo Mangelsdorf com uma lâmina d'água para manter a umidade. Quando necessário, o substrato foi umedecido com água destilada. Para fins de padronização, foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão da radícula até 2 mm (MISSIO *et al.*, 2020).

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado através de contagens diárias da germinação durante dez dias. Os valores obtidos foram calculados pela seguinte fórmula: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$; onde, IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2,... Gn = número de sementes germinadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N1, N2,... Nn = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem (MAGUIRE, 1962);

Tempo médio de germinação (TMG) - calculado pela fórmula $TMG = (G1N1 + G2N2 + G3N3 + \dots + GiNi) / (G1 + G2 + G3 + \dots + Gi)$, onde: TMG = tempo médio de germinação; G = número de sementes germinadas observadas em cada dia de contagem; N = número de dias da semente a cada contagem (SANTANA; RANAL, 2004);

Coefficiente de velocidade de germinação (CVG) - calculado pela fórmula $CVG = (G1 + G2 + G3 + \dots + Gi / G1N1 + G2N2 + G3N3 + \dots + GiNi) \times 100$; onde, CVG = coeficiente de velocidade de germinação; G = número de sementes germinadas observadas em cada dia de contagem; N = número de dias da semente a cada contagem (KOTOWSKI, 1926);

Primeira contagem germinação (PC) - expressa na forma de porcentagem de sementes germinadas aos 10 dias após a semente (BRASIL, 2019);

Germinação acumulada (GA) - expressa na forma de porcentagem de sementes germinadas obtidas em contagem aos 10 e 20 dias após a incubação. Tanto para o IVG, PC e GA, após cada contagem, as sementes consideradas germinadas foram descartadas (BRASIL, 2009);

Sementes mortas (MO) - realizada concomitantemente com a germinação, sendo que as sementes que não germinaram e apresentaram deterioração, foram classificadas como mortas e descartadas. O resultado foi expresso em porcentagem (BRASIL, 2009);

Sementes firmes (FI) - realizada simultaneamente com a germinação, e incluiu as sementes que não germinaram e aquelas que não foram consideradas mortas ao final das leituras, sendo o resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise da variância e, posteriormente, ao teste de médias (Tukey) para as variáveis que apresentaram significância a 5% de probabilidade de erro. Para as análises, foi utilizado o software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação extremamente baixa ou ausente de sementes que não foram submetidas a nenhum tratamento (testemunhas-T1 e T6) evidencia a ocorrência de dormência nas sementes aéreas de *T. polymorphum* (Tabela 1). Estes resultados mostram a necessidade de algum tipo de tratamento pré-germinativo para reduzir/superar a dormência e permitir uma melhora na germinação.

Tabela 1 - Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG), primeira contagem de germinação (PC), germinação acumulada (GA), sementes mortas (MO) e sementes firmes (FI).

Trat.	Tempo (seg.)	IVG	TMG (dias)	CVG	PC (%)	GA (%)	MO (%)	FI (%)
Lote 2016								
T1	0	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00a	100,00a
T2	3	0,52ab	5,41a	0,10a	11,0ab	54,00a	3,00a	43,00bc
T3	6	0,60ab	7,28a	0,15a	15,66a	75,3a	4,00a	20,00c
T4	9	0,63ab	7,86a	0,12a	16,00a	47,00a	1,00a	52,00b
T5	12	0,93a	7,39a	0,13a	22,00a	62,00a	1,00a	37,00bc
Lote 2022								
T6	0	0,08a	0,75b	0,08a	1,00a	1,00b	0,00a	99,00a
T7	3	0,09a	3,75ab	0,06a	3,00a	28,00a	2,00a	70,00b
T8	6	0,09a	1,62ab	0,03a	2,00a	27,00a	1,00a	72,00b
T9	9	0,15a	5,12ab	0,11a	4,00a	16,00ab	1,00a	83,00ab
T10	12	0,26a	7,41a	0,13a	7,00a	25,00a	0,00a	75,00b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Construção do autor

A análise dos dados de germinação nos dois lotes de sementes de *T. polymorphum* mostrou pouca variação (Tabela 1). No lote 2016, as sementes escarificadas por 12 segundos (T5), escarificadas por nove segundos (T4), escarificadas por seis segundos (T3) e escarificadas por três segundos (T2) não tiveram variação significativa entre si para o IVG (0,93; 0,63; 0,60; 0,52, respectivamente), exceto do T5 em relação ao tratamento controle (T1- testemunha) no qual não houve germinação. Os baixos IVG mostram que poucas sementes de trevo polimorfo germinaram diariamente na temperatura de 21 °C, podendo ser essa uma característica da espécie na qual as sementes tem germinação mais lenta, visto que a temperatura de 20 °C é a mais utilizada para avaliar a germinação da maioria das espécies de *Trifolium* (BRASIL, 2009). O baixo IVG nas sementes pode indicar menor vigor das sementes, o que parece ser o caso de *T. polymorphum* visto que em nenhum tratamento a germinação alcançou 80%. Embora esse trabalho não teve o objetivo de comparar os lotes de sementes, a qualidade do lote 2016 foi maior que o lote 2022. Tal informação é importante devido à escassez de informações sobre o potencial de germinação de espécies nativas.

A variação no tempo médio de germinação (TMG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG), primeira contagem (PC) nos diferentes tratamentos do lote 2016 não foi significativa, exceto

em relação ao T1 (testemunha). Esses dados mostram que as sementes aéreas de trevo polimorfo tiveram germinação mais lenta após mais de cinco dias de instalação do experimento, corroborando com os baixos valores da primeira contagem, entre 11 e 22%. A germinação rápida e uniforme de plântulas vigorosas é a condição desejada num lote de sementes, sendo a primeira contagem da germinação um indicativo do vigor da semente (MARCOS-FILHO, 2015).

Para o lote 2016, as sementes escarificadas por 12 segundos (62,0%), três segundos (54,0%) e nove segundos (47,0%) tiveram valores baixos de GA, enquanto aos nove segundos de escarificação (75,3%) tiveram valor intermediário de GA. Diferentemente, Tedesco *et al.* (2001) obtiveram de 77% a 85% de germinação em sementes escarificadas em quatro espécies de *Adesmia*. Em *T. polymorphum*, o valor de 75,3% de germinação ao final do experimento indica que a espécie distribuiu a germinação por vários dias. Segundo Brancalion e Marcos-Filho (2008), a distribuição por um período de tempo maior pode ser mais adequada para uma espécie, pois permite maior chance das plântulas encontrarem um ambiente favorável ao seu estabelecimento. As sementes viáveis que mostram dormência podem formar o banco de sementes do solo que permite a germinação e o estabelecimento de espécies em momentos diferentes ao longo do ano ou mesmo ao longo dos anos (PENFIELD, 2017; SCHWARTZ-LAZARO; COPEL, 2019), além de impedir a germinação pré-colheita (BENTSINKA; KOORNNEEF, 2008).

Ainda no lote 2016, a porcentagem de sementes mortas (MO) foi baixa (0,0% a 4%) e sem variação significativa entre os tratamentos. Para as sementes firmes (FI) o T3 (escarificação por seis segundos) teve o menor percentual (20%), corroborando com a maior GA.

No lote 2022, o IVG e a PC foram baixos em todos os tratamentos (Tabela 1). As variáveis TMG, GA e FI do tratamento 12 segundos de escarificação mecânica (T10) diferiram estatisticamente apenas do tratamento controle (T6). A GA foi bastante baixa, com valores abaixo de 30% em todos os tratamentos. No Uruguai, sementes aéreas de duas populações de *T. polymorphum* expostas a escarificação mecânica e tratamento adicional a 4 °C por uma semana tiveram 20% e 30% de germinação (SPERONI *et al.*, 2014), similar ao obtido no lote 2022 desse estudo. Para os demais tratamentos e variáveis, a diferença não foi significativa (Tabela 1). A baixa taxa de germinação das sementes do lote 2022 pode estar relacionada à qualidade fisiológica/viabilidade das sementes, influenciada por fatores como o tipo de solo e condições nutricionais e de manejo a que foram submetidas as plantas que originaram as sementes do lote 2022 (ver metodologia). De acordo com Okoth *et al.* (2011), diversos fatores como a qualidade fisiológica das sementes, aspectos ambientais, no qual estão inseridos fatores físicos, químicos e biológicos além dos aspectos climáticos, como luz, temperatura e umidade são determinantes para a germinação e produção de plantas.

Os resultados desse estudo mostraram que a escarificação mecânica foi eficaz para superar/reduzir a dormência em sementes aéreas de *T. polymorphum* e promover uma melhora na germinação principalmente no lote 2016. Do nosso conhecimento esse é o primeiro trabalho sobre o uso de

métodos para a quebra de dormência em sementes aéreas nessa espécie. Segundo Hartmann *et al.* (1997), para espécies que apresentam sementes com tegumento impermeável à água, um dos tratamentos mais comumente usados é a escarificação mecânica. Este método permite a formação de fissuras no tegumento, aumentando sua permeabilidade e favorecendo assim, a embebição e o início do processo de germinação.

As baixas taxas de germinação de espécies nativas têm sido um problema em todo o mundo (BASKIN; BASKIN, 2020). Em um recente estudo com 21 espécies nativas do bioma Pampa, cerca de 38% das espécies avaliadas apresentaram valores de germinação entre 11 % a 40% e mais que metade abaixo de 10% (AZEVEDO *et al.*, 2023), similar ao encontrado também em espécies nativas do bioma Pampa por Guido *et al.* (2017). No estudo de Azevedo *et al.* (2023), a viabilidade e a dormência das sementes foram citadas como os dois fatores que podem explicar a baixa germinação das sementes avaliadas naquele trabalho. Em relação a espécies de plantas forrageiras nativas, ainda há poucas informações sobre o potencial de germinação das sementes. No entanto, alguns estudos mostraram a eficácia da escarificação com lixa para superar a dormência das sementes e melhorar a germinação, corroborando com esse estudo, como em espécies de *Adesmia* (TEDESCO *et al.*, 2001), *Trifolium riograndense* (SUÑÉ; FRANKE, 2006), *Trifolium argentinense* (CONTERATO *et al.*, 2019) e *Desmodium incanum* (LUEDKE *et al.*, 2019; AZEVEDO *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo mostraram que as sementes aéreas de *T. polymorphum* têm potencial germinativo e que tratamentos para superar a dormência das sementes aéreas, como a escarificação mecânica, pode ser utilizado como uma estratégia para aumentar a germinação e promover um aumento da frequência e contribuição da espécie nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul, melhorando a sua produtividade. No entanto, são necessários estudos futuros que busquem avaliar diferentes temperaturas e outros métodos de quebra de dormência sobre a germinação de sementes de *T. polymorphum*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. B.; PAGEL, R.; MAGGIO, L. P. ; CHIAPINOTTO, D. M.; CONTERATO, I. F.; SCHNEIDER, A. A.; SCHAEGLER, C. E.; DAVID, D. B. Germination, overcoming seed dormancy and endozoochory dispersal by cattle of native species from natural grassland. **Austral Ecology**, v. 49, p. e13303, 2023.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, p. 1-16, 2004.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. (2a ed.), San Diego: Academic/Elsevier, 2014, 1602 p.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Breaking seed dormancy during dry storage: a useful tool or major problem for successful restoration via direct seeding? **Plants**, v. 9, p. 636, 2020.

BENTSINK, L.; SOPPE, W.; KOORNNEEF, M. Genetic aspects of seed dormancy. **Annual Plant Reviews online**, v. 27, p. 113-132, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS. 2009, 399 p.

BENTSINK, L.; KOORNNEEF, M. Seed Dormancy and Germination. **The Arabidopsis Book**, v 6, p. e0119, 2008.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**: Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997.

BRANCALION, P. H. S.; MARCOS FILHO, J. Distribuição da germinação no tempo: causas e importância para a sobrevivência das plantas em ambientes naturais. **Informativo ABRATES**, v. 18, p. 11-17, 2008.

BURKART, A. **Flora ilustrada de Entre Rios**. Buenos Aires: Colección Científica del INTA, 1987, 763p. CONTERATO, I. F.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; de DAVID, D. B.; MARTINS, J. D. Reproductive strategies and dimorphic seeds germination in *Trifolium argentinense* Speg., an amphicarpic species. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, p. 66-79, 2019.

CONTERATO, I. F.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DAVID, D. B.; MARTINS, J. D. Reproductive strategies and dimorphic seeds germination in *Trifolium argentinense* Speg., an amphicarpic species. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, p. 66-79, 2019.

CONTERATO, I. F.; MARTINS, J. D.; BOENI, M.; MALDANAER, J.; STEFFEN, G. P. K.; MORAIES, R. M.; MISSIO, E. L.; SALDANHHA, C.; W.; DAVID, D. B. Morphoagronomic characterization and reproductive versatility in polymorph clover. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 29, p. 92-102, 2023.

DONOHUE, K.; RUBIO DE CASAS, R.; BURGHARDT, L.; KOVACH, K.; WILLIS, C. G. Germination, post-germination adaptation, and species ecological ranges. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, p. 293-319, 2010.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 260p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: UM SISTEMA DE ANÁLISE DE COMPUTADOR PARA PROJETOS DE TIPO DE PLOTAGEM DIVIDIDA DE EFEITOS FIXOS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, v. 37, p. 529- 535, 2019. Disponível em: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: mar. 2024.

GUIDO, A., HOSS, D.; PILLAR, V. D. Exploring seed to seed effects for understanding invasive species success. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, p. 234-238, 2017.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6 ed. New Jersey: Simom & Schuster, 1997, 770 p.

KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seeds. **Procedures American Horticultural Science**, v. 23, p. 176-184, 1926.

LANSEN, T.; THEISSEN G. Molecular mechanism involved in convergent crop domestication. **Trends in Plant Science**, v. 18, p. 704-714, 2013.

LE FAIT, B. M.; QADERI, M. M. Maternal environmental effects of temperature and exogenous gibberellic acid on seed and seedling traits of four populations of evening primrose (*Oenothera biennis*). **Seeds**, v. 1, p. 110-125, 2022.

.LUEDKE, F. E.; LAVACH, F. L.; SCHLOTEFELDT, C.; NUNES, L. F. N.; BALBUENA, H. F. F.; OLIVEIRA, M. G.; PAIVA, S. M.; QUADROS, E. S. Efeito de diferentes métodos de superação de dormência em sementes de Pega-pega (*Desmodium incanum* DC.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, p. 8-15, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, p. 363-374, 2015.

MENDES, R. G.; BONETTI, L. L. S.; GASTI FILHO, J.; MENEZES, D. P.; SANTI, S. L.; REZENDE, A. S.; MENEZES, L. H. Q.; SILVA, A. F. P. Germinação e vigor de sementes de Araticum-Cagão influenciados por GA₃ em diferentes substratos. **Brazilian Journal of Animal Environmental Research**, v. 2, p. 632-645, 2019.

MIOTTO, S. T. S.; WAECHTER, J. L. Diversidade Florística dos campos sulbrasileiros: Fabaceae. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54., 2003, Belém. **Anais...** Sociedade Botânica do Brasil, 2003, p. 12-124.

MIOTTO, S. T. S.; BORTOLUZZI, R. L. C.; IGANCI, J. R. V.; SILVEIRA, F. S. **Leguminosae-papilionoideae do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2 ed., Porto Alegre: Silvia Teresinha Sfoggia Miotto, 2023, 372p.

MORAES, C. O. C.; PAIM, N. R.; NABINGER, C. Avaliação de leguminosas do gênero *Trifolium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, p. 813-818, 1989.

OKOTH, S. A., OTADOH, J. A., OCHANDA, J. O. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harzianum*. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 13, p. 65-71, 2011.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, v, 27, p. 853-909, 2017.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: UnB, 2004. 247p.

SCHWARTZ-LAZARO, L. M.; COPES, J. T. A review of the soil seedbank from a weed scientists perspective. **Agronomy**, v. 9, p. 1-13, 2019.

SILVA, E. F.; SILVA, A. C. S.; OLIVEIRA, J. C. P. avaliação da escarificação química, térmica e mecânica em sementes de *Paspalum notatum* Flugge biótipo Bagual. **Revista Científica Rural**, v. 23, p. 44-53, 2021.

SPERONI, G.; IZAGUIRRE, P. Características biológicas de la leguminosa nativa promissora forrajera *Trifolium polymorphum* POIR. (Fabaceae, Faboideae). **Agrociência**, v. 7, p. 68-76, 2003.

SPERONI, G.; IZAGUIRRE, P. ; BERNARDELLO, G.; FRANCO, J. Reproductive versatility in legumes: the case of amphicarpy in *Trifolium polymorphum*. **Plant Biology**, v. 16, p. 690-696, 2014.

SUÑÉ, A, D.; FRANKE, L. B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 29-36, 2006.

TEDESCO, S. B.; STEFANELLO, M. O.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; BATTISTIN, A.; DALL'AGNOL, M. Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, p. 89-92, 2001.