

# Efeitos do estresse hídrico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas *Macroptilium lathyroides*

## *Effects of hydric stress in the germination of seeds and the initial development of Macroptilium lathyroides seedlings*

Marcia de Souza Almeida da Silva<sup>1</sup>, Oscar Mitsuo Yamashita<sup>2</sup>, Ana Aparecida Bandini Rossi<sup>2</sup>, Germani Concenção<sup>3</sup>, Marco Antonio Camillo de Carvalho<sup>2</sup>, Wagner Gervazio<sup>4</sup>

**RESUMO:** A adaptabilidade ecológica de plantas daninhas em áreas agricultáveis está contribuindo para a seleção de biótipos mais resistentes. Assim, o conhecimento dos fatores que controlam a germinação das sementes pode gerar subsídios para estratégias de manejo dessas espécies, alternativas ao uso exclusivo de herbicidas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de figo de pombo (*Macroptilium lathyroides*) sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato. As sementes foram mantidas em caixas gerbox sobre papéis umedecidos com soluções de PEG 6000 e manitol, nos potenciais hídricos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; e -1,0 MPa. Foram realizadas avaliações diárias de germinação, IVG e, no final de dez dias, determinou-se o comprimento da parte aérea, comprimento radicular e massa seca de plântula. Os resultados demonstraram que esta espécie é osmoticamente afetada tanto por PEG 6000 como por manitol, sendo que potenciais abaixo de -0,2 MPa de PEG 6000 são considerados críticos à germinação. O manitol provocou redução gradativa no índice de velocidade de germinação e desenvolvimento das plântulas.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade ecológica. Estresse osmótico. Planta daninha.

**ABSTRACT:** The ecological adaptability of weeds in agricultural areas contributes towards the selection of more resistant biotypes. Knowledge of factors that control seed germination provides subsidies for management strategies of these species, alternatives to the exclusive use of herbicides. Current investigation evaluates the germination and initial development of *Macroptilium lathyroides* seedlings under different water availability in the substrate. The seeds were kept in gerbox boxes on papers wetted by PEG 6000 and mannitol solutions, at water potentials of 0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; and -1.0 MPa. Evaluations of germination and IVG were performed daily, whilst, by the end of ten days, the shoot length, root length and seedling dry mass were determined. Results showed that the species is osmotically affected by PEG 6000 and mannitol. Capacity below -0.2 MPa of PEG 6000 is considered critical to germination. Mannitol caused a gradual reduction in germination speed index and seedling development.

**Keywords:** Ecological adaptability. Osmotic stress. Weeds.

---

**Autor correspondente:**

Oscar Mitsuo Yamashita: [yama@unemat.br](mailto:yama@unemat.br)

Recebido em: 29/02/2020

Aceito em: 25/07/2020

---

## INTRODUÇÃO

O gênero *Macroptilium* (Benth.) Urb. compreende cerca de 20 espécies de distribuição restrita às Américas. Algumas espécies desse gênero são usadas como forrageiras e suas sementes são apreciadas por pombos (MATOS; ARTILES, 2005; BARBOSA-FEVEREIRO, 1986). Dentre as espécies com uso econômico, se destacam *M. atropurpureum* (siratro); e *M. lathyroides* (MONKS *et al.*, 2006; GUERRA *et al.*, 2007; VASCONCELOS *et al.*, 2011). Esta última também é conhecida como figo-de-pombo, feijão dos-arrozais ou feijão-de-rola (LORENZI, 2000).

<sup>1</sup> Estudante do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta (MT), Brasil.

<sup>2</sup> Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alta Floresta (MT), Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado, Pelotas (RS), Brasil.

<sup>4</sup> Pesquisador do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agricultura Familiar e Agroecologia NAFA/UNEMAT, Alta Floresta (MT), Brasil.

Porém esta espécie tem se tornado planta invasora problemática em áreas de implantação das culturas de soja e milho em renovação e/ou desativação das pastagens (CONCENÇO *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2018a).

A adaptabilidade ecológica de plantas daninhas em áreas agricultáveis, com sistemas conservacionistas de manejo de solo e uso intensivo de herbicidas, está contribuindo para a seleção de biótipos resistentes dessas espécies. Assim o conhecimento dos fatores que controlam a germinação das sementes pode gerar subsídios para estratégias de manejo dessas espécies e alternativas ao uso exclusivo de herbicidas (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2010).

Dentre estes fatores, a temperatura, oxigênio, água e substâncias químicas são os mais importantes (BEWLEY; BLACK, 1994; BASKIN; BASKIN, 1998; CHACHALIS; REDDY, 2000).

O estresse hídrico pode levar à diminuição das defesas da planta, reduzindo o crescimento e a fotossíntese. Cada espécie apresenta diferentes estratégias de adaptação e tolerância à falta d'água no substrato e para cada espécie existe um valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual não ocorre a germinação (CARVALHO; CASALI, 1999; CARVALHO, 2005). Porém, a habilidade de uma semente em germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor, e nos casos de sementes de plantas daninhas, confere agressividade e capacidade competitiva (PEREIRA *et al.*, 2014).

O processo germinativo de sementes inicia com o ressurgimento das atividades paralisadas por ocasião da maturidade fisiológica, sendo para isto necessários alguns requisitos fundamentais, como as sementes estarem viáveis e as condições ambientais serem favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Estas estão sujeitas a estresses que limitam a germinação e conseqüentemente o crescimento e desenvolvimento das plântulas, independentemente do ambiente de germinação (BASKIN; BASKIN, 1998).

A observação da capacidade germinativa das sementes em condições adversas tem sido um dos métodos mais utilizados para determinar o grau de tolerância das plantas em situações de estresse hídrico simulado (LARCHER, 2000). Nestes testes de germinação das sementes, diferentes compostos têm sido comumente utilizados para simular condições de déficit hídrico no substrato, como PEG-6000 (polietileno glicol-6000) e manitol, que são compostos quimicamente inertes e não tóxicos (TAMBELINI; PEREZ, 1998).

O conhecimento sobre como o estresse influencia na germinação de sementes de plantas daninhas, bem como a avaliação da sensibilidade dessas espécies em ambientes adversos, contribui para melhor entendimento da agressividade e estratégias de dominância das mesmas em áreas agricultáveis.

A espécie *M. lathyroides* possui dormência de sementes, tornando-a mais agressiva no seu manejo visto que a sua germinação é distribuída ao longo do tempo (SILVA *et al.*, 2018a). Além disso, fatores ambientais como excesso ou déficit de água no ambiente podem favorecer sua ocupação em áreas de cultivo (MONKS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2020). O conhecimento desses fatores torna-se importante para a adoção de práticas de manejo integrado dessa espécie.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi estudar a germinação da espécie *M. lathyroides*, sob diferentes potenciais hídricos provocados por PEG 6000 e manitol.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta (MT).

As sementes de *M. lathyroides* foram coletadas em lavouras de soja infestadas por esta planta, na região de Batayporã (MS). Posteriormente foram multiplicadas em ambiente protegido pertencente à Universidade do Estado

de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta (MT), Brasil, visando à produção e coleta de sementes para os estudos posteriores.

As sementes multiplicadas foram colocadas para secar em local seco e sombreado e posteriormente acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara de refrigeração a temperatura de  $10 \pm 2$  °C até o momento da instalação do experimento.

O método utilizado para a superação da dormência das sementes foi imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos seguidos de lavagem em água corrente por 5 minutos (ALMEIDA *et al.*, 1979).

Para simular o estresse hídrico e determinar o limite máximo de tolerância a seca as sementes foram submetidas a diferentes tratamentos que constaram da combinação de seis potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; e -1,0 MPa) induzidos por soluções de manitol e polietileno glicol-6000 (PEG 6000) em delineamento inteiramente casualizado, configurando esquema fatorial 2x6, sendo dois agentes osmóticos e seis potenciais, com quatro repetições de 25 sementes.

As soluções foram preparadas com a dissolução de PEG 6000 em água deionizada, em quantidades calculadas para cada potencial, segundo especificações contidas na tabela citada por Villela *et al.* (1991). As concentrações de manitol também foram preparadas com a dissolução do agente em água deionizada e calculadas pela fórmula de Van'tHoff (BRAGA *et al.*, 1999), conforme pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidade de agente osmótico utilizada para o preparo das soluções nos diferentes níveis de potenciais de Manitol e Polietileno glicol-6000 (PEG 6000)

Nível de (MPa)	Manitol	Polietileno glicol (PEG 6000)
	g. L <sup>-1</sup> de água destilada	g. L <sup>-1</sup> de água destilada
0,0	0,00	0,00
-0,2	14,90	119,57
-0,4	29,80	178,34
-0,6	44,70	223,66
-0,8	59,60	261,95
-1,0	74,50	295,71

Foram utilizadas como unidades experimentais caixas acrílicas do tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) submetidas a tratamento asséptico prévio através da limpeza com hipoclorito de sódio (10%), duas horas antes da montagem dos experimentos. As sementes foram colocadas para germinar nas caixas acrílicas sobre duas folhas de papel germitest (previamente autoclavados), umedecidas com cada uma das concentrações na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco (BRASIL, 2009), e posteriormente acondicionadas em câmaras de germinação tipo BOD com regime de luz de 12 h, por meio de um conjunto de quatro lâmpadas brancas, que proporcionam aproximadamente 0,012 W m<sup>-2</sup> nm<sup>-1</sup> (CARDOSO, 1995), sob temperatura constante de 25 °C, sendo avaliados a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação diariamente e o comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e massa seca de plântulas no décimo dia, ao final do período de avaliação, conforme descrito a seguir:

Porcentagem de germinação - Considerou-se como critério para a germinação a emissão de raiz primária com comprimento igual a 2 mm (BRASIL, 2009). A contagem do número de sementes germinadas foi realizada diariamente, por um período de dez dias (BRASIL, 2009). Os cálculos foram realizados de acordo com a fórmula:

$$G(\%) = \left( \frac{N}{A} \right) \times 100 \quad (1)$$

onde:

N = Número de sementes germinadas;

A = número total de sementes.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - Foi realizado em conjunto com o teste de germinação, o IVG para cada subamostra foi obtido segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), apresentada a seguir:

$$IVG = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n} \quad (2)$$

onde:

N1: n = número de plântulas germinadas no dia 1,..., n;

D1: n = dias para ocorrência da germinação.

Comprimento de parte aérea e de raiz das plântulas - Foram avaliados em conjunto com o teste de germinação, utilizando-se todas as plântulas normais de cada repetição, medidas com régua graduada em milímetros. Os comprimentos da parte aérea e raiz das plântulas, para cada amostra, foram calculados dividindo-se o total das medidas pelo número de plântulas avaliadas, obtendo-se valores médios.

Massa seca de plântula - Definida como a massa média, expressa em gramas, correspondente à massa de cada plântula por repetição, utilizando para secagem estufa com circulação de ar, regulada para  $65 \pm 3$  °C até peso constante com pesagem em balança com precisão de 0,001g.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a capacidade germinativa das sementes de *M. lathyroides* apresentaram-se com diferenças significativas nas variáveis analisadas ocorrendo interação entre os fatores para todas as características ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2, 3 e 4).

**Tabela 2.** Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) de *Macroptilium lathyroides* submetidas a diferentes potenciais hídricos de PEG 6000 e Manitol

Potencial Osmótico (MPa)	Germinação (%)		IVG (%)	
	Manitol	PEG	Manitol	PEG
0,0	74,00 aA	77,00 aA	15,38 aA	16,79 aA
-0,2	72,00 aA	73,00 aA	8,70 bB	10,12 bA
-0,4	67,00 aA	0,00 bB	8,27 bA	0,00 cB
-0,6	70,00 aA	0,00 bB	7,83 bA	0,00 cB
-0,8	68,00 aA	0,00 bB	7,59 bA	0,00 cB
-1,0	28,00 bA	0,00 bB	2,60 cA	0,00 cB
DMS (M/P)	16,80		2,58	
DMS (P.O)	11,32		1,74	
C.V. (%)	17,91		18,87	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando-se o efeito dos potenciais osmóticos sobre a percentagem de germinação, verificou-se que na presença de manitol; não houve interferência até -0,8 MPa (germinação de 68%). Na presença de PEG 6000, a germinação variou entre 73 e 77%. Porém, quando as sementes foram submetidas a potenciais osmóticos acima de -0,2 MPa, a germinação foi severamente afetada, não havendo germinação nesses potenciais (Tabela 2).

Para IVG, observou-se que ocorreu redução na velocidade do processo à medida que se aumentou a concentração das soluções em ambos os agentes estudados, nos quais maiores valores de IVG situaram-se na testemunha (-0,0 MPa) com diferenças já a partir de -0,2 MPa para PEG e manitol. Como não houve germinação a partir de -0,2 MPa para PEG, também os valores de IVG foram nulos (Tabela 2).

Ávila *et al.* (2007) relataram que potenciais hídricos muito baixos, principalmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar os eventos subsequentes do processo germinativo. Segundo Bewley e Black (1994), a redução da atividade enzimática sob condições de umidade abaixo do exigido é uma das causas do decréscimo da germinação de sementes e da velocidade em que o processo ocorre.

De maneira geral, uma das principais causas da mortalidade de plântulas é a ausência de água no substrato, embora a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico seja influenciada de acordo com as características genéticas de cada espécie (KOS; POSCHLOD, 2008). Estudando a germinação de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* submetidas ao estresse hídrico simulado por PEG 6000, Yamashita *et al.* (2010) observaram redução na germinação e no IVG das sementes a partir do potencial -0,2 MPa e praticamente nenhuma germinação a partir de -0,4 MPa. Esses mesmos autores verificaram respostas semelhantes em sementes de *Emilia sonchifolia*. Silva *et al.* (2009) relataram como inexpressivos os resultados dessas variáveis em sementes de *Rottboelia exaltata* a partir de -0,5 MPa. Yamauti *et al.* (2012) também descreveram germinação nula em aquênios de *Synedrella psisgrise bachii* a partir de -0,5 MPa.

Entretanto, respostas diferentes foram encontradas por Parreira *et al.* (2011a) em sementes de *Momordica charantia*, não havendo limite de tolerância na germinação e velocidade de germinação até -1,0 MPa de PEG 6000. De forma semelhante, Rizzardi *et al.* (2009) verificaram capacidade germinativa em sementes de *Ipomoea triloba* até o potencial -0,9 MPa em PEG 6000.

O PEG é relatado como o soluto mais adequado para simular déficit hídrico no substrato, devido ao seu alto peso molecular, não ser tóxico, não penetrar nas células e não ser eletrolítico (BEWLEY; BLACK, 1994), sendo, portanto, utilizado com maior frequência em testes de germinação de sementes.

Porém, Heydecker e Coolbear (1977) mencionam que o PEG pode reduzir a disponibilidade de oxigênio e que, muitas vezes, pode ser limitante à germinação. Dessa maneira, verifica-se que poucos trabalhos são realizados com o agente manitol, principalmente com sementes de espécies daninhas, tais como o trabalho realizado por Parreira *et al.* (2011b) em sementes da daninha *Spermacoce latifolia*.

Algumas pesquisas têm indicado limites de tolerância de algumas espécies daninhas leguminosas (*Senna macranthera*, *S. multijuga* e *Mimosa bimucronata*) entre potenciais de -0,5 e -1,0 MPa para PEG (SANTARÉM *et al.*, 1996). Pereira *et al.* (2014), estudando a germinação de duas plantas daninhas leguminosas (*Raphanus raphanistrum* e *Senna obtusifolia*), verificaram que estas têm sua germinação e desenvolvimento inicial prejudicados pela ação do PEG.

Conforme a disponibilidade hídrica do substrato foi reduzindo, o comprimento tanto da parte aérea como radicular foram afetados negativamente, havendo prejuízo na formação de plântulas normais (Tabela 3). Vale ressaltar que os valores nulos (zero) na tabela, a partir de -0,4 MPa tanto para altura como raiz significam que não houve germinação a partir desse potencial hídrico.

**Tabela 3.** Comprimento de parte aérea e radicular (cm) de *Macroptilium lathyroides* submetidas a diferentes potenciais hídricos de PEG 6000 e Manitol

Potencial Osmótico (MPa)	Parte Aérea (mm)		Parte Radicular (mm)	
	Manitol	PEG 6000	Manitol	PEG 6000
0,0	69,01 aA	71,16 aA	17,69 aA	20,25 aA
-0,2	48,80 bA	48,39 bA	12,84 abB	19,03 aA
-0,4	31,70 cA	0,00 bB	6,55 bcA	0,00 bB
-0,6	21,69 dA	0,00 bB	4,57 cA	0,00 bB
-0,8	10,25 eA	0,00 bB	3,07 cA	0,00 bB
-1,0	2,56 eA	0,00 bB	2,35 cA	0,00 bB
DMS (M/P)	7,78		7,48	
DMS (P.O)	5,24		5,04	
C.V. (%)	14,47		48,86	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificada germinação de sementes de *M. lathyroides* a partir de -0,2 MPa para manitol e PEG. Já o comprimento da raiz demonstrou ser mais tolerante à deficiência hídrica no substrato, uma vez que foram verificadas diferenças somente a partir do potencial -0,4 MPa em ambos os agentes osmóticos testados.

Para Moterle *et al.* (2006), a redução do crescimento de plântulas, como consequência da diminuição da expansão e do alongamento celular, está atribuída ao decréscimo da turgescência devido à baixa disponibilidade de água.

A mesma tendência foi observada para massa seca de plântulas, assim, a redução da disponibilidade hídrica ocasionou estresse nos processos subsequentes à germinação, afetando negativamente a transferência de reservas para as plântulas, o que sugere que as sementes desta espécie sejam sensíveis à redução da disponibilidade hídrica do substrato (Tabela 4).

**Tabela 4.** Peso de massa seca de plântulas de *Macroptilium lathyroides* submetidas a diferentes potenciais hídricos de PEG 6000 e Manitol

Potencial Osmótico (MPa)	Massa Seca (g)	
	Manitol	PEG 6000
0,0	0,004050 aA	0,004275 aA
-0,2	0,002650 bB	0,003650 aA
-0,4	0,002425 bcA	0,000000 bA
-0,6	0,001750 cdA	0,000000 bB
-0,8	0,000950 deA	0,000000 bB
-1,0	0,000100 eA	0,000000 bA
DMS (M/P)	0,0008	
DMS (P.O)	0,0005	
C.V. (%)	24,73	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essa redução do crescimento das plântulas, bem como na biomassa seca de *M. lathyroides*, possivelmente tenha ocorrido pela diminuição do metabolismo das sementes, em função da menor disponibilidade de água para digestão das reservas e translocação de produtos metabolizados, sendo verificados em diferentes espécies vegetais (BEWLEY; BLACK, 1994).

Analisando-se isoladamente o fator agente osmótico (PEG x manitol), observou-se maior sensibilidade das sementes ao estresse hídrico simulado por PEG 6000. Essa diferença foi evidente a partir do potencial -0,4 MPa em todas as variáveis analisadas neste experimento (Tabelas 2, 3 e 4).

Essa variação pode estar relacionada à permeabilidade diferencial do tegumento das sementes, especialmente aos solutos de baixo peso molecular, permitindo a absorção e metabolização de manitol, porém a não absorção de PEG. Isso contribuiu na redução dos efeitos do estresse hídrico provocado pelo manitol. Nesse sentido, as sementes, quando submetidas às diferentes concentrações de manitol, acabam apresentando maior tolerância ao estresse se comparado ao PEG 6000 (FANTI; PEREZ, 2004).

A inatividade metabólica e alto peso molecular do PEG o torna de difícil penetração nas sementes (HOHL; PETER, 1991). Decorrente disso ocorre redução da quantidade de água absorvida nos processos germinativos iniciais das sementes.

Por outro lado, Vidal e Bauman (1996) relataram que a não germinação de sementes de plantas daninhas em ambientes adversos pode estar atribuída a significado ecológico, visto que previne o desenvolvimento de plântulas em solos sem recursos suficientes para suportar o crescimento subsequente, podendo ainda ser fator importante na competição com a cultura.

Alguns estudos com a espécie *M. lathyroides* têm indicado que essa planta daninha apresenta limitada capacidade de germinação e desenvolvimento quando submetida a condições ambientais diversas. Silva *et al.* (2018b) indicaram que a espécie é fotoblástica preferencial com desenvolvimento normal até 30 °C. Essa planta é sensível à presença de sal no ambiente, havendo redução na sua capacidade germinativa à medida que a concentração salina se eleva (SILVA *et al.*, 2020). Do extrato obtido dessa planta há algum efeito aleloquímico, que causa alteração morfológica ao nível de divisões celulares (SILVA *et al.*, 2018a).

Assim, essas informações, acrescidas de outras que têm surgido, como a capacidade dessa espécie em fixar biologicamente o nitrogênio, a partir da sua interação com bactérias de diferentes estirpes (MERA, 2019), indicam que a *M. lathyroides* poderá ser manejada adequadamente e também indicar uma potencialidade desta, depois de estudos mais aprofundados, para seu uso como adubo verde.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos na pesquisa, conclui-se que a espécie *M. lathyroides* é osmoticamente afetada por PEG 6000 e por manitol, sendo que potenciais abaixo de -0,2 MPa de PEG 6000 são considerados críticos à germinação. O agente osmótico manitol provoca redução gradativa no índice de velocidade de germinação e desenvolvimento de plântulas de *M. lathyroides*.

#### 5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT), pela bolsa de estudos concedida à primeira autora. À equipe do LaSeM/CEPTAM e aos pesquisadores Marcio Takeo Yamashita e Renata Yonaha Zocante pelo apoio técnico.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. D.; MAEDA, J. A.; FALIVENE, S. M. P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, v. 38, p. 83-96, 1979.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 98-106, 2007.
- BARBOSA-FEVEREIRO, V. P. *Macroptilium* (Benth) Urban do. Brasil (Leguminosae - Faboideae - Phaseoleae - Phaseolinae). **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 28, p. 109-126, 1986.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994.
- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; BRAGA, J. F.; SÁ, M. E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p. 95-102, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SAND/DNDV/CLAV, 2009.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação e fotoblastismo de sementes de *Cucumis anguria*: influência da qualidade da luz durante a maturação e secagem. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 7, p. 75-80, 1995.
- CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (*S. parabyba* var. *amazonicum*) e *Schizolobium parabyba* (*Schizolobium parabybum*) à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v. 29, p. 907-914, 2005.
- CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relações com luz, estresse e insetos**. Viçosa: Arte Livros, 1999.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CHACHALIS, D.; REDDY, K. N. Factors affecting *Campis radicans* seed germination and seedling emergence. **Weed Science**, v. 48, p. 212-216, 2000.
- CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; GALON, L.; PONTES, C. S.; CORREIA, V. T. Controle de *Macroptilium lathyroides* com herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, p. 11-23, 2012.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 903-909, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L.; ASSIS, R. L. **Desempenho de leguminosas tropicais perenes como plantas de cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. S. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. **Seed Science & Technology**, v. 3, p. 881-888, 1977.

- HOHL, M.; PETER, S. Water relations of growing maize coleoptiles. Comparison between mannitol and polyethylene glycol 6000 as external osmotic for adjusting turgor pressure. **Plant Physiology**, v. 95, p. 716-722, 1991.
- KOS, M.; POSCHLOD, P. Correlates of inter-specific variation in germination response to water stress in a semi-arid savannah. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, p. 645-652, 2008.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MATOS, A. B.; ARTILES, G. R. El género *Macroptilium* (Benth.) Urb. (Leguminosae) en Cuba. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v. 62, p. 181-190, 2005.
- MERA, L. P. **Eficiência e diversidade de bactérias fixadoras de nitrogênio que colonizam *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. e *Alysicarpus vaginalis* DC.** 2019. 130f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2019.
- MONKS, P. L.; FERREIRA, O. G. L.; PÓLO, E. A.; SILVA, J. B. Produção e qualidade de sementes de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. sob diferentes espaçamentos e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 107-112, 2006.
- MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 169-176, 2006.
- PARREIRA, M. C.; CARDOZO, N. P.; GIANCOTTI, P. R. F.; ALVES, P. L. C. A. Germinação de sementes de melão-de-são-caetano sob variação de água, luz e temperatura. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 363-370, 2011a.
- PARREIRA, M. C.; NILCEU, P.; CARDOZO, N. P.; GIANCOTTI, P. R. F.; ALVES, P. L. C. A. Superação de dormência e influência dos fatores ambientais na germinação de sementes de *Spermacoce latifolia*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 427-431, 2011b.
- PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; SILVA, R. J. N. Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 687-696, 2014.
- RIZZARDI, M. A.; LUIZ, A. R.; ROMAN, E. S.; VARGAS, L. Temperatura cardeal e potencial hídrico na germinação de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea triloba*). **Planta Daninha**, v. 27, p. 13-21, 2009.
- SANTARÉM, E. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; SILVEIRA, T. S.; FERREIRA, A. G. Efeito do estresse hídrico na germinação e crescimento inicial de três espécies de leguminosas. **Acta Botânica Brasílica**, v. 10, n. 2, p. 213-221, 1996.
- SILVA, C. E. B.; PARREIRA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Aspectos germinativos de capim-camalote (*Rottboellia cochinchinensis*). **Planta Daninha**, v. 27, p. 273-281, 2009.
- SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; CONCENÇO, G.; SOUZA, M. D. A.; RODRIGUES, C. Métodos de superação de dormência em sementes de *Macroptilium lathyroides* e influência da luz e da temperatura na germinação. **Ambiência**, v. 14, n. 3, p. 579-593, 2018a.

SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; ROSSI, A. A. B.; CONCENÇO, G.; CARVALHO, M. A. C.; FELITO, R. A. Cytotoxic and genotoxic effects of *Macroptilium lathyroides*. **Planta Daninha**, v. 36: e018166574, 2018b.

SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; ROSSI, A. A. B.; CARVALHO, M. A. C.; SILVA, I. V.; SÁ, M. E.; CONCENÇO, G.; DAL-LACORT, R. Germination of *Macroptilium lathyroides* seeds as a function of the presence of salts on the substrate. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 62-68, 2020.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. Efeitos do estresse hídrico simulado com Peg (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, p. 226-232, 1998.

VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; ANDRADE, A. P.; BRUNO, R. L. A.; EDVAN, R. L. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de figo de pombo (*Macroptilium lathyroides*). **Revista Trópica**, v. 5, p. 3-11, 2011.

VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Science**, v. 44, p. 939-943, 1996.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 1957-1968, 1991.

YAMAUTI, M. S.; PAVANI, M. C. D. M. D.; ALVES, P. L. C. A.; MORO, F. V. Efeito de fatores ambientais sobre a germinação de agriãozinho (*Synedrellopsis grisebachii*). **Científica**, v. 40, p. 150-155, 2012.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Planta Daninha**, v. 28, p. 309-317, 2010.