

Estimativa da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 utilizando o teste do pH do exsudato

Estimation of the viability of *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 using the exudate pH test

Estimación de la viabilidade de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 usando la prueba de pH del exudado

Recebido: 14/03/2022 | Revisado: 23/04/2022 | Aceito: 15/04/2022 | Publicado: 19/04/2022

Felipe Souza da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1742-3555>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: felipexsouza@gmail.com

Gabrielly Souza Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4284-9921>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: gabysouzanunes@gmail.com

Luciane da Cunha Codognoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9234-4606>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: luciane.codognoto@ifro.edu.br

Thassiane Telles Conde

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2086-2348>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: thassiane.conde@ifro.edu.br

Resumo

As forrageiras desempenham papel primordial na obtenção de produtos de alto valor biológico no Brasil. Diante disso, tem-se destaque o gênero *Brachiaria* (sinonímia *Urochloa*) por sua rusticidade e adaptação ao clima e solo naturais. Porém, a espécie apresenta dificuldade de germinar tanto em campo, como em laboratório, devido à dormência, afetando na uniformidade da pastagem. Os testes comumente utilizados para determinar a viabilidade da semente apresentam algumas inconveniências, como prolongado período de execução. Diante disso, os testes rápidos destacam-se pela celeridade no processo, para posterior descarte de lotes de qualidade inferior. Desse modo, o objetivo da pesquisa é analisar a eficiência do teste do pH do exsudato-fenolftaleína para sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. O trabalho seguiu delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois lotes de sementes (escarificada e íntegra) e cinco tempos de embebição (0, 30, 60, 90 e 120 minutos), com quatro repetições. O teste evidenciou que sementes íntegras tiveram maior viabilidade, com 98,40% de sementes capazes de originar plântulas normais. Os tempos de embebição de sementes para o teste mostrou que com o aumento do período se tem perda de aproximadamente 8,51% de viabilidade. Para a espécie em estudo, o tempo de embebição 0 minutos (testemunha) permitiu identificar maior número de sementes viáveis, em relação aos demais tempos. O teste do pH do exsudato-fenolftaleína é eficiente em estimar a viabilidade das sementes íntegras de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. O tratamento de sementes com ácido sulfúrico prejudicou o teste de viabilidade de sementes.

Palavras-chave: Germinação; Capim braquiária; Qualidade fisiológica.

Abstract

Forages play a key role in obtaining products of high biological value in Brazil. In view of this, the genus *Brachiaria* (synonym *Urochloa*) stands out for its rusticity and adaptation to the natural climate and soil. However, the species has difficulty germinating both in the field and in the laboratory, due to dormancy, affecting the uniformity of the pasture. The tests commonly used to determine the viability of the seed present some inconveniences, such as the prolonged period of execution. In view of this, the rapid tests stand out for the speed in process, for later disposal of batches of inferior quality. Thus, the objective of the research is to analyze the efficiency of the pH test of exudate-phenolphthalein for seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. The work followed a completely randomized design (DIC), in a 2 x 5 factorial scheme, with two seed lots (scarified and intact) and five soaking times (0, 30, 60, 90 and 120 minutes), with four replications. The test showed that intact seeds had greater viability, with 98.40% of seeds capable of originating normal seedlings. The soaking times of seeds for the test showed that with the increase in the period leads to a loss of approximately 8.51% of viability. For the species under study, the time of 0 minutes (control) allowed the identification of a greater number of viable seeds in relation to the other times. The pH test of exudate-phenolphthalein is efficient in estimating the viability of intact seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. Seed treatment with sulfuric acid impaired the seed viability test.

Keywords: Germination; Brachiaria grass; Physiological quality.

Resumen

Los forrajes juegan un papel clave en la obtención de productos de alto valor biológico en Brasil. Ante esto, el género *Brachiaria* (sinónimo *Urochloa*) destaca por su rusticidad y adaptación al clima y suelo natural. Sin embargo, la especie presenta dificultades para germinar tanto en campo como en laboratorio, debido a la latencia, afectando la uniformidad del pasto. Las pruebas comúnmente utilizadas para determinar la viabilidad de la semilla presentan algunos inconvenientes, como un período prolongado de ejecución. Por lo tanto, las oruebas rápidas se destacan por la rapidez en el proceso, para posterior disposición de lotes de calidad inferior. Así, el objetivo de la investigación es analizar la eficiencia de la prueba de pH de exudado-fenoltaleína para semillas de *Brachiaria Brizantha* cv. MG-4. El trabajo siguió un diseño completamente al azar (DIC), en esquema factorial 2 x 5, con dos lotes de semillas (escarificadas e intactas) y cinco tiempos de remojo (0, 30, 60, 90 y 120 minutos), con cuatro repeticiones. La prueba mostró que las semillas intactas tenían mayor viabilidad, con un 98,40% de semillas capaces de originar plántulas normales. Los tiempos de remojo de las semillas para la prueba mostraron que el aumento del período conduce a una pérdida de aproximadamente 8,51% de viabilidad. Para la especie en estudio, el tiempo de imbibición de 0 minutos (testigo) permitió identificar un mayor número de semillas viables, en relación a los otros tiempos. La prueba de pH de exudado-fenoltaleína es eficiente para estimar la viabilidad de semillas intactas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. El tratamiento de semillas con ácido sulfúrico perjudicó la prueba de viabilidad de las semillas.

Palabras clave: Germinación; Hierba braquiaria; Calidad fisiológica.

1. Introdução

As áreas de pastagens com espécies do gênero *Brachiaria* (sinonímia *Urochloa*) é representativa no país, assegurando espaço no mercado, por sua rusticidade e adaptação ao clima e solos naturais. O gênero *Brachiaria*, família Poaceae, é forrageira de origem africana e abrange cerca de 100 espécies tropicais. No Brasil, o destaque são: *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. ruziziensis* (Machado *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2014; Nani, 2015).

As forrageiras desempenham papel primordial na obtenção de produtos de alto valor biológico (carne e leite), visto que o Brasil dispõe de aproximadamente 182,5 milhões hectares de pastagem, correspondendo a quase 20% do território nacional, e constitui a maior classe de uso e cobertura da terra do Brasil (LAPIG, 2019).

As sementes de *Brachiaria* (popularmente, braquiária) apresentam dificuldade de germinar tanto em campo, como em laboratório, sendo a dormência a explicação para tal eventualidade. A dormência é persistente mesmo se submetida a condições favoráveis, por ação de fatores internos ou intrínsecos da espécie, reduzindo a germinação e, interferindo diretamente no estabelecimento uniforme da pastagem (Marcos-Filho, 2005).

Antes da sementeira deve-se estimar a qualidade fisiológica das sementes para obtenção de estande que potencialize a formação da cultura forrageira. Portanto, quanto melhor o potencial fisiológico das sementes, mais rápido estabelecimento e desenvolvimento inicial das plântulas em campo (Medeiros *et al.*, 2013; Pereira, 2018).

Os métodos tradicionais de verificação do potencial fisiológico de sementes são os testes de germinação e o de tetrazólio. O teste de germinação tem por objetivo determinar o potencial de germinação do lote de sementes, o qual pode ser usado para evidenciar a qualidade e estimar a taxa de sementeira. Porém, mesmo sendo rotineiramente utilizado, o tempo relativamente prolongado para execução é fator limitante (Peske *et al.* 2003; Brasil, 2009), influenciando o planejamento de instalação da cultura.

Já o teste de tetrazólio determina rapidamente a viabilidade de sementes, especialmente aquelas que apresentam dormência, que são recalcitrantes ou que germinam lentamente em testes de rotina (Brasil, 2009). Ainda, é necessário treinamento específico para a utilização da técnica, além de ser um processo minucioso, demandando um certo período para a realização; entretanto, o teste proporciona maior número de informação em relação ao teste de germinação, tais como a determinação da viabilidade da semente após tratamento pré-germinativo, danos por secagem, por insetos e umidade, bem como, detectar danos mecânicos na colheita ou beneficiamento (França Neto & Krzyzanowski, 2018).

Testes para a avaliação rápida de viabilidade ou do vigor de sementes são ferramentas para a tomada de decisão, assim como para agilizar a obtenção de informações para posterior descarte de lotes de qualidade inferior. Por isso, o

desenvolvimento de métodos seguros e rápidos para determinar o potencial fisiológico de lotes de sementes em menor tempo, assume importância no programa de controle de qualidade (Peske et al., 2006).

Devido a demanda por agilidade no processo de determinação da viabilidade da semente, os chamados testes rápidos se destacam. Como exemplo, o teste do pH do exsudato, que examina os metabólitos lixiviados a partir da deterioração das membranas e, conseqüente perda da integridade (Matos *et al.*, 2009). A metodologia baseia-se na variação da tonalidade de coloração do exsudado da semente, em função da variação do pH do meio de embebição, revelado pelo indicador fenolftaleína (Amaral & Peske, 1984).

Não há relatos recentes do teste de pH do exsudato-fenolftaleína em sementes de capim braquiária. Todavia, Andrade (1994), apresentou uma adaptação do teste para *Brachiaria decumbens*, caracterizando eficiência do método. Além disso, presume-se que a aplicação do teste possa ser uma possibilidade, mediante aos estudos em sementes de milho (Santana *et al.*, 1998; Cabrera & Peske, 2002), café (Figueiredo, 2000; Hilst, 2009), soja (Amaral & Peske, 1984; Santos *et al.*, 2011; Theodoro, 2013), trigo (Amaral & Peske, 2000); além das espécies florestais (Araldi & Coelho, 2015; Matos, 2017; Viana, 2017; Ribeiro, 2018; Vasconcelos *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2020).

O conhecimento sobre a qualidade da semente de *Brachiaria* é preeminente, pois a pecuária bovina é relevante à economia no estado de Rondônia. De tal modo, as forrageiras influenciam diretamente no rendimento produtivo do segmento, a partir da qualidade da semente. Diante disso, a importância de testes rápidos para a avaliação da qualidade da semente, uma vez que os testes rotineiramente utilizados apresentam algumas inconveniências. Com base no exposto, objetivou-se analisar a eficiência do teste do pH do exsudato-fenolftaleína para sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4.

2. Metodologia

A metodologia experimental utilizada no presente estudo foi baseada em estudo laboratorial e experimental com utilização de método quantitativo para obtenção de dados e utilizou a estatística para verificação da hipótese (Pereira *et al.*, 2018).

O experimento foi conduzido no período de março a abril de 2021, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, localizado no Município de Ariquemes-RO. Foram utilizadas sementes de *Brachiaria brizantha* cv. M-G4, e sua caracterização constitui a Tabela 1, conforme Brasil (2009).

Tabela 1 - Características físicas de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4.

Teor de umidade	Massa de 1000 sementes	Número de sementes por grama	Massa seca
----- % -----	----- g -----	-----	----- g -----
10,8705	8,7379	11,4495	2,0411

Fonte: Autores.

O trabalho seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tratamentos de sementes (escarificada e íntegra) e cinco tempos de embebição (0, 30, 60, 90 e 120 minutos), com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

As sementes escarificadas foram submetidas a tratamento químico com ácido sulfúrico concentrado (98%), sob agitação com bastão de vidro, por 15 minutos (Brasil, 2009). Após, foram lavadas com água destilada, e posteriormente submetidas a solução neutralizante de carbonato de cálcio, concentração de 0,01%. Em seguida, as sementes foram novamente lavadas com água destilada e postas a secar sob condição ambiente.

Para avaliação da germinação (GER) foram utilizados lotes de 50 sementes por repetições em cada tratamento. Estas foram distribuídas em rolos de papel para germinação de semente, autoclavado, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes à massa do papel, e mantidos em estufa germinadora, com temperatura constante, sem luz (Brasil, 2009). A contagem de plântulas normais foi realizada aos 21 dias após a instalação do teste, obtendo-se dados de GER. Os resultados são expressos em porcentagem de plântulas normais.

Com o auxílio do papel milimétrico, realizou-se as medidas de comprimentos de radícula (da inserção do cotilédone até o ápice da radícula) e aéreo de plântula (do coleóptilo à extremidade foliar), com resultados expressos em centímetros (Brasil, 2009).

Para a emergência de plântulas (EMER), as sementes foram depositadas em substrato, a 1 cm de profundidade e, procedeu-se à contagem da emergência da primeira plântula até a estabilização (Sá; Oliveira; Bertolin, 2011), determinando-se a porcentagem de plântulas emergidas.

No teste de condutividade elétrica (CE) 50 sementes foram acondicionadas em béqueres contendo 50 mL de água destilada, e posteriormente submetidas a 0, 30, 60, 90 e 120 minutos de embebição. Decorrido cada período, efetuou-se a leitura de CE utilizando o condutivímetro digital de bancada, modelo DDS-11C. O valor de cada leitura foi expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (Gonzales; Paula; Valeri, 2009).

No teste de pH do exsudato-fenolftaleína, tanto as sementes escarificadas como as íntegras, foram depositadas em formas plásticas com células individualizadas com 2,7 cm de diâmetro e 1,8 cm de profundidade. Em cada célula foi depositado uma semente e 2 ml de água destilada para embebição por 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Após, foi adicionado uma gota de solução de fenolftaleína (0,5%) e uma gota de solução de carbonato de sódio anidro ($0,8 \text{ g L}^{-1}$), agitando-se com bastão de vidro. Para avaliação, considerou-se a coloração desenvolvida, sendo que as de coloração rosa foram consideradas viáveis; e, as de coloração branca (incolor), não viáveis. Os resultados do teste foram expressos em valores percentuais de sementes viáveis.

Para as análises de dados e interpretação dos resultados, empregou-se o SISVAR (Ferreira, 2019), aplicando-se o teste F a 0,05 de probabilidade, servindo para a comparação de média para a fonte de variação dos lotes escarificados e íntegros, e quando encontrada diferença significativa entre os períodos de embebição foi realizada a análise de variância na regressão. Uma vez que o modelo foi verificado a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo), os modelos de regressão polinomial selecionados foram os baseados nos coeficientes de correlação (R^2) superiores, dentre as regressões significativas pelo teste F.

3. Resultados e Discussão

Verificou-se o grau de umidade das sementes e o peso de mil sementes (Tabela 1) a fim de caracterizar a uniformidade e qualidade do lote de sementes utilizadas no estudo. A diferença entre o teor inicial de água das sementes não foi superior a 1%, dentro dos padrões de variação recomendados (Marcos-Filho, 2015). Já o peso de mil sementes que é uma informação para dar ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e sanidade teve uma diferença menor que 1g, demonstrando padronização nos lotes (Brasil, 2009).

Quanto à avaliação do potencial fisiológico das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 pelo teste de pH do exsudato-fenolftaleína, constatou-se significância para tratamento de sementes e tempo de embebição isoladamente (Tabela 2). Já o teste de germinação revelou significância, caracterizando interação entre os tratamentos.

Tabela 2 - Resultado da análise de variância para porcentagem de viabilidade e de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

Variável	Viabilidade pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína (%)	Germinação (%)
Tratamento de semente (S)	20392,362 **	23,828 **
Tempo de embebição (E)	3,745 *	2,831 *
E x S	2,574 ^{ns}	5,168 **
Coeficiente de Variação, %	4,38	22,37
Média geral, %	49,50	46,05

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

O teste do pH do exsudato-fenolftaleína evidenciou que sementes íntegras tiveram maior viabilidade, com 98,40% de sementes capazes de originar plântulas normais (Tabela 3). Corroborando com o registrado por Matos (2009) ao avaliar sementes de *Anadenanthera falcata*, que encontrou viabilidade de 91,42%.

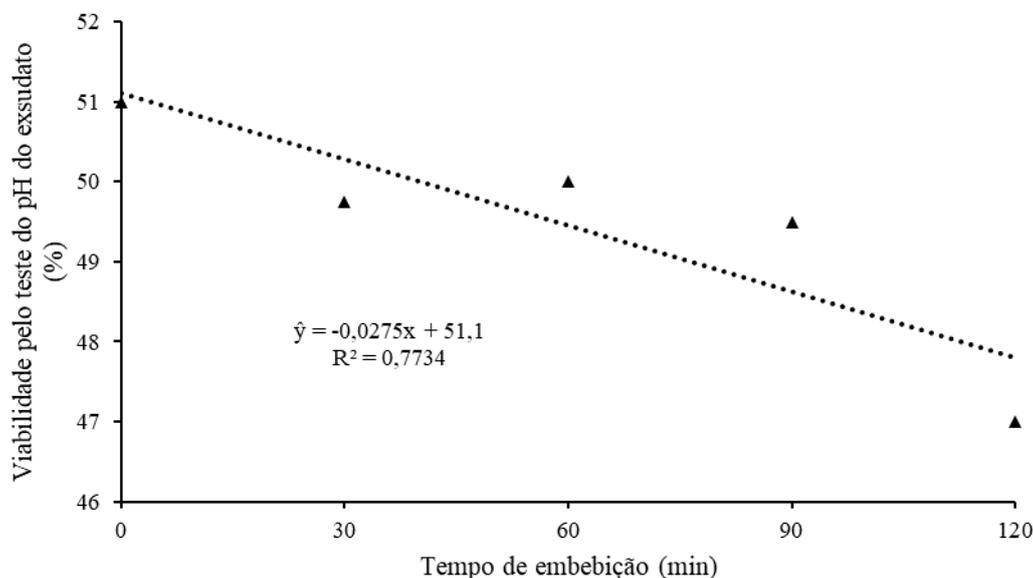
Tabela 3 - Média de porcentagem de viabilidade de sementes *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, íntegras e escarificadas quimicamente.

Variável	Sementes	
	Íntegra	Escarificada
Viabilidade pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína (%)	98,40 a ⁽¹⁾	0,50 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

Tempo de embebição de sementes para o teste do pH do exsudato-fenolftaleína apresentou comportamento inversamente proporcional (Figura 1), mostrando que para o aumento do período de embebição tem-se uma perda de aproximadamente 8,51% de viabilidade. Para a espécie em estudo, o tempo de 0 minutos (sem embebição das sementes) permitiu identificar maior número de sementes viáveis em relação aos demais tempos. O que difere do encontrado por alguns estudos que denotam o tempo de 30 minutos como sendo o mais adequado para determinação da viabilidade para as sementes de *Araucária angustifolia* (Araldi e Coelho, 2015), soja (Amaral e Peske, 1984), ervilha (Rech *et al.*, 1999) e citros (Carvalho *et al.*, 2002).

Figura 1 - Porcentagem de viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, em quatro períodos de embebição e testemunha (sem embebição).



Fonte: Autores (2022).

Deste modo, salienta-se que foi possível classificar as sementes íntegra e escarificada quanto ao vigor pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína; no entanto, ao realizar o teste de germinação com as mesmas sementes, verificou-se que os valores médios de germinação não foram condizentes aos resultados expressos pelo referido teste. O teste de germinação identificou média geral 54,0 e 38,1% das sementes íntegra e escarificada, respectivamente, que originaram plântulas normais (Tabela 4). Porém, é importante ressaltar que os testes revelaram que sementes íntegras apresentaram superior viabilidade (Tabela 3) e vigor (Tabela 4).

Tabela 4 - Média e regressão para germinação de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

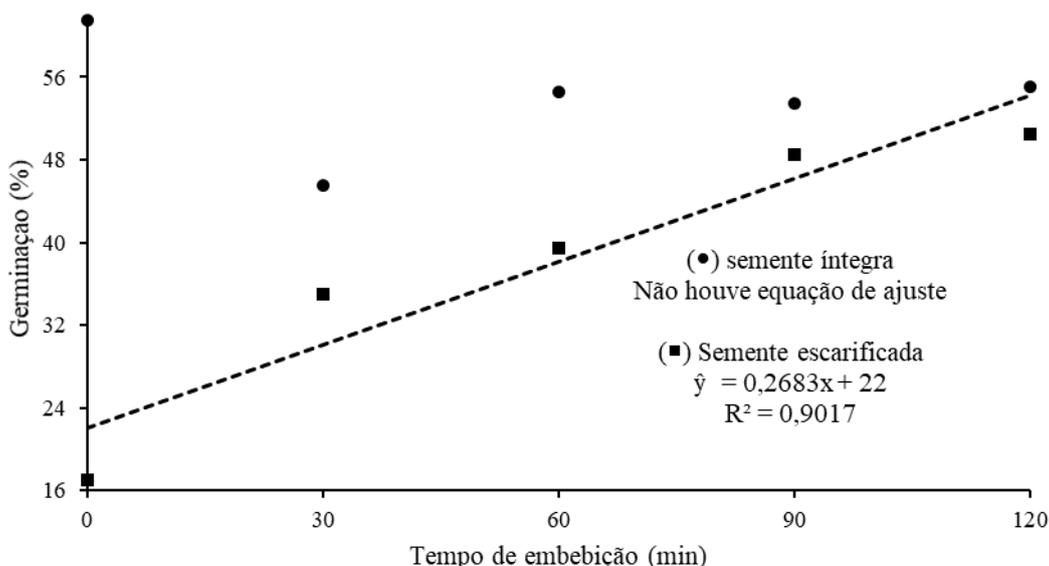
Sementes	Tempo de embebição (min)				
	0	30	60	90	120
	----- Germinação (%) -----				
Íntegra	61,50 a ⁽¹⁾	45,50 a	54,50 a	53,50 a	55,00 a
Escarificada	17,00 b	35,00 a	39,50 b	48,50 a	50,50 a
Sementes	Regressão				
	Linear	Quadrática		Desvio	
	----- Teste F -----				
Íntegra	0,094 ^{ns}	1,683 ^{ns}		1,562 ^{ns}	
Escarificada	24,431 ^{**}	2,036 ^{ns}		0,314 ^{ns}	

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

Para sementes íntegras não foi identificado equação de ajuste para a variável germinação (Tabela 4). Já para sementes escarificadas, a regressão linear positiva adequou-se aos dados obtidos (Figura 2), com incremento de até 197% na germinação das sementes testemunha (0 min) sobre àquelas submetidas ao tempo de 120 minutos de embebição. Para sementes de *Amburana cearenses*, que apresentam ausência de dormência tegumentar e de elevado potencial germinativo, Vasconcelos *et al.* (2019) identificaram que a embebição por 120 minutos elevou em até 12,7% a germinação. Deste modo, sementes de

Brachiaria brizantha cv. MG-4 submetidas a escarificação química com ácido sulfúrico e submetidas à embebição para o teste de viabilidade possibilitou expressar o potencial fisiológico, promovendo a germinação. A escarificação química favoreceu a absorção de água pelos tecidos embrionários e trocas gasosas, concorrendo à reativação metabólica e culminando no processo de mobilização das reservas dos cotilédones (Marcos-Filho, 2015).

Figura 2 - Germinação de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra (●) e escarificada quimicamente (■), em quatro períodos de embebição e testemunha (sem embebição).



Fonte: Autores (2022).

A análise de variância constatou interação significativa para tratamento de sementes e tempo de embebição para emergência (Tabela 5). Entretanto, o teste do pH do exsudato-fenolftaleína demonstrou significância somente para o tratamento de sementes.

Tabela 5 - Resultado da análise de variância para porcentagem de viabilidade e de emergência de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

Variável	Viabilidade pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína (%)	Emergência (%)
	----- Teste F -----	
Tratamento de semente (S)	28688,758 **	48,361 **
Tempo de embebição (E)	2,394 ns	3,755 *
E x S	2,394 ns	6,222 **
Coefficiente de Variação, %	3,73	24,43
Média geral, %	48,65	48,40

** , * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

Analisando a significância para tratamento de sementes (Tabela 5) constatou-se que sementes íntegras caracterizaram maior probabilidade, já que apresentou 97,30% de viabilidade pelo teste de pH do exsudato-fenolftaleína (Tabela 6). Sementes escarificadas não apresentaram algum tipo de viabilidade em que possivelmente está relacionada com um falso-negativo, uma vez que os resultados obtidos estão de acordo com o relatado por outros autores. Sementes mais deterioradas tendem a

apresentar maior lixiviação de solutos durante a embebição e, portanto, exsudatos com maior poder tamponante, refletindo em soluções incolores (Amaral e Peske, 1984; Rech *et al.*, 1999).

A escarificação com ácido sulfúrico prejudicou as variáveis germinação e emergência, assim como Lima *et al.* (2015) e Custódio (2000) que observaram efeitos negativos do ácido sobre a germinação de espécies de *Brachiaria*. A utilização dessa metodologia tem o objetivo de promover a permeabilidade do tegumento a água e as trocas gasosas; no entanto, pode causar danos ao embrião, e automaticamente prejudicar a germinação (Marcos-Filho, 2015; Galle, 2018).

Tabela 6 - Médias de porcentagem de viabilidade de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente.

Variável	Sementes	
	Íntegra	Escarificada
Viabilidade pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína (%)	97,30 a ⁽¹⁾	0,00 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

Observa-se que os valores médios, entre os tempos de embebição, encontrados no teste de emergência não foram condizentes com os resultados expressos pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, pois somente 61,4 e 35,45% das sementes íntegras e escarificadas, respectivamente, emergiram plântulas normais (Tabela 7). Todavia, vale ressaltar que nos testes viabilidade (Tabela 6) e emergência (Tabela 7), destacaram-se o tratamento sementes íntegras.

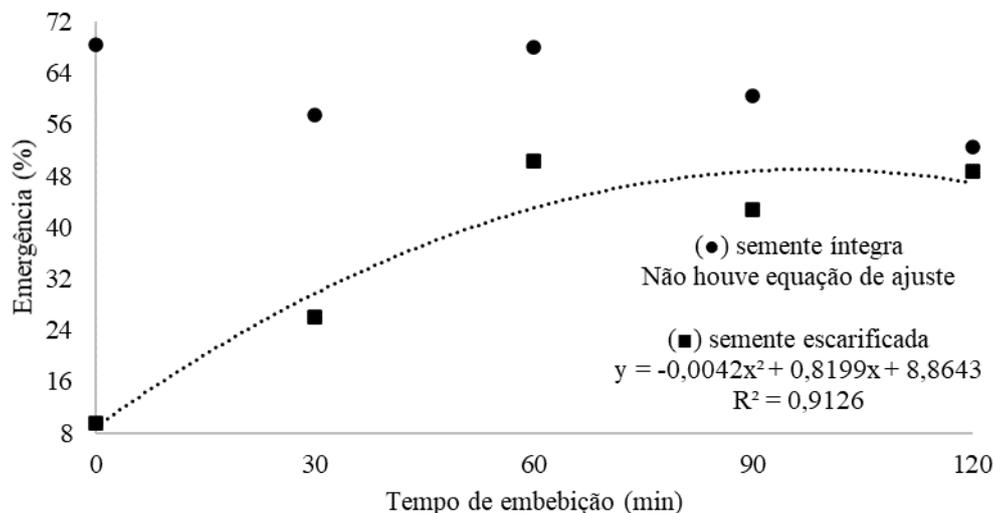
Tabela 7 - Média e regressão para emergência de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

Sementes	Tempo de embebição (min)				
	0	30	60	90	120
	----- Emergência (%) -----				
Íntegra	68,50 a ⁽¹⁾	57,50 a	68,00 a	60,50 a	52,50 a
Escarificada	9,50 b	26,00 b	50,25 b	42,75 b	48,75 b
Sementes	Regressão				
	Linear	Quadrática		Desvio	
	----- Teste F -----				
Íntegra	2,407 ns	0,294 ns		1,357 ns	
Escarificada	25,690 **	5,796 *		1,503 ns	

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

Para emergência das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, os períodos de embebição diferiram entre si (Tabela 7), evidenciando superioridade para sementes íntegras (sem escarificação química). Sendo que, tanto a regressão linear como a quadrática adequaram-se aos dados obtidos: a linear com $R^2 = 0,7486$; e, a quadrática, $R^2 = 0,9126$. Para sementes escarificadas a regressão quadrática (Figura 3) evidencia que a progressão dos períodos de embebição em até 98 minutos potencializou a emergência de plântulas em 48,88%. Bisognin *et al.* (2016) ao avaliarem tempos de embebição em sementes de tomate e repolho, registraram emergência máxima após tempos de 72 e 20 horas, respectivamente, caracterizando regressão quadrática aos dados obtidos. Deste modo, a embebição é uma técnica de condicionamento fisiológico de sementes que promove a hidratação adequada para o processo respiratório essencial à germinação; e, portanto, não promovendo o alongamento celular e protusão radicular antes da sementeira/plantio (Marcos-Filho, 2015).

Figura 3 - Emergência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, íntegra (●) e escarificada quimicamente (■), em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).



Fonte: Autores (2022).

As variáveis condutividade elétrica e comprimento radicular revelaram interação significativa entre tratamento de sementes e tempo de embebição; enquanto, comprimento aéreo evidenciou efeito exclusivo para tempo de embebição (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultado da análise de variância para condutividade elétrica de sementes e comprimentos aéreo e radicular de plântulas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

Variável	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento aéreo (cm)
Tratamento de semente (S)	811,428 **	1,254 ns	0,492 ns
Tempo de embebição (E)	31,712 **	2,518 ns	2,757 *
E x S	30,474 **	3,030 *	2,525 ns
Coeficiente de Variação, %	21,56	27,54	24,52
Média geral, %	432,96	5,63	9,10

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

Médias de comprimentos radicular e aéreo não diferiram quando submetidas à embebição (Tabela 9). No entanto, para testemunha (sem embebição), sementes íntegras caracterizaram comprimentos aéreo e radicular superiores, diferindo entre si. Neste caso, as médias obtidas para sementes íntegras tiveram comprimentos equivalentes a 1,99 vezes que às aquelas submetidas a tratamento químico.

Tabela 9 - Média e regressão para condutividade elétrica, comprimento radicular de plântulas e comprimento aéreo de plântulas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro tempos de embebição e testemunha (sem embebição).

Sementes	Tempo de embebição (minutos)				
	0	30	60	90	120
	----- Comprimento radicular (cm) -----				
Íntegra	6,79 a	4,90 a	5,83 a	5,62 a	6,40 a
Escarificada	3,33 b	5,90 a	4,53 a	6,79 a	6,25 a
	----- Comprimento aéreo (cm) -----				
Íntegra	9,21 a	9,70 a	9,52 a	8,83 a	9,47 a
Escarificada	4,71 b	10,66 a	8,10 a	10,26 a	10,54 a
	----- Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) -----				
Íntegra	6,60 b	11,83 b	12,31 b	14,88 b	16,57 b
Escarificada	383,63 a	686,85 a	747,48 a	1167,25 a	1282,25 a
	Regressão				
Sementes	Linear	Quadrática		Desvio	Teste F

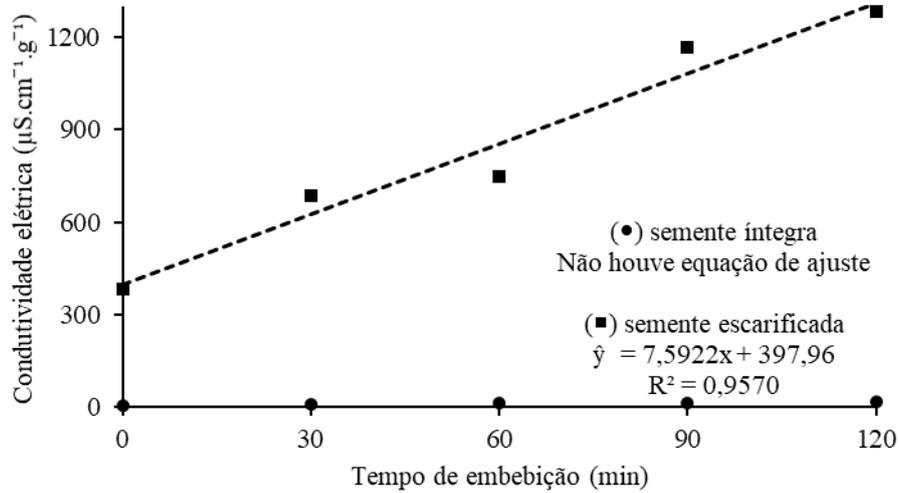
	----- Comprimento radicular (cm) -----				
Íntegra	0,001 ns	2,116 ns		0,721 ns	
Escarificada	7,536 *	0,803 ns		2,428 ns	
	----- Comprimento aéreo (cm) -----				
Íntegra	0,009 ns	0,003 ns		0,178 ns	
Escarificada	10,176 **	2,518 ns		4,032 *	
	----- Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) -----				
Íntegra	0,024 ns	0,001 ns		0,001 ns	
Escarificada	238,033 **	0,010 ns		5,339 ns	

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey. **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores.

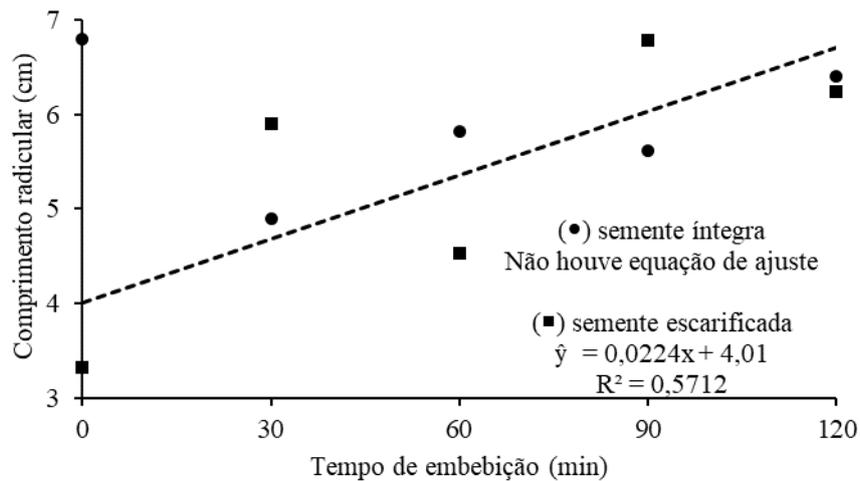
A condutividade elétrica de sementes escarificadas diferiram dos dados obtidos para sementes íntegras (Tabela 9). Ainda, neste caso, evidenciou regressão linear diretamente proporcional ao tempo de embebição das sementes (Figura 4), em que a condutividade elétrica máxima, aos 120 minutos, equivale a 3,3 vezes da obtida em 0 minutos (testemunha). A intensa lixiviação em sementes escarificadas, caracterizaram baixa viabilidade e foram constatados nos testes de germinação (Tabela 4) e de emergência (Tabela 7). Deste modo, os resultados obtidos evidenciam que a degradação de membranas por meio químico e o extravasamento celular de eletrólitos, constitui redução do vigor das sementes, como observado por Oliviera *et al.* (2012).

Figura 4 - Condutividade elétrica (A), comprimento radicular de plântulas (B) e comprimento aéreo de plântulas (C) de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, a partir de sementes íntegra e escarificada quimicamente, em quatro períodos de embebição e testemunha (sem embebição).

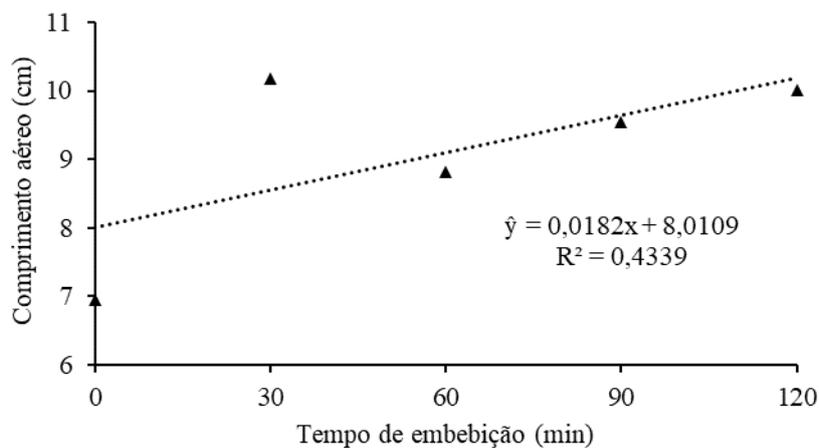
(A)



(B)



(C)



Fonte: Autores (2022).

Comprimentos radicular e aéreo das sementes escarificadas apresentaram comportamento linear diretamente proporcional ao tempo de embebição (Figura 4B e Figura 4C, respectivamente). Considerando os dados obtidos ao tempo de 120 minutos de embebição, houve incremento de 87,68% para o comprimento radicular e, 127,77% para o comprimento aéreo, em comparação ao tratamento testemunha (0 min). Conde *et al.* (2021) ao avaliarem comprimentos aéreo e radicular de sementes de alface em diferentes águas, registraram comportamento semelhante (linear e positivo), evidenciando o tempo de 24 horas de embebição. Deste modo, a embebição é uma técnica de condicionamento fisiológico de sementes que promove a hidratação adequada para o processo respiratório essencial à germinação, com secagem subsequente, interrompendo; e, portanto, não promovendo o alongamento celular e protusão radicular antes da sementeira/plantio. Assim, a técnica proporciona melhor vigor de plântulas, assegurando sincronização de estabelecimento do cultivo.

4. Conclusão

O teste do pH do exsudato-fenolftaleína para avaliação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 é eficiente em estimar a viabilidade das sementes íntegras, como constatado nos testes de germinação e emergência.

O tratamento de sementes com ácido sulfúrico (escarificação química) perturbou a análise da viabilidade pelo teste do pH do exsudato-fenolftaleína, prejudicou a germinação e a condutividade elétrica de sementes e a emergência de plântulas de *B. brizantha* cv. MG-4.

Sugere-se estudos complementares do teste do pH do exsudato-fenolftaleína para sementes de *B. brizantha* com tempo de embebição de menor abrangência.

Referências

- Amaral, A. S., & Peske, S. T. (1984). pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 6 (3), 85-92.
- Amaral, A. S., & Peske, S. T. (2000). Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 6 (1), 12-15.
- Andrade, A. C. (1994). *Adaptação do teste rápido (pH do exsudato-fenolftaleína) para estimar a viabilidade de sementes de capim braquiária (Brachiaria decumbens Stapf)*. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- Araldi, C. G., & Coelho, C. M. M. (2015). pH do exsudato na avaliação da viabilidade de sementes de *Araucaria angustifolia*. *Floresta e Ambiente*, 22 (3), 426-433.
- Bisognin, M. B., Kulczynski, S. M., Ferrari, M., Gaviraghi, R., Pelegrin, A. J., & Souza, V. Q. (2016). Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. *Revista de Ciências Agrárias*, 39 (3), 349-359.
- Brasil. (2009). *Regra para Análise de Sementes*. MAPA.
- Cabrera, A. C., & Peske, S. T. (2002). Testes do pH do exsudato para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 24 (1), 134-140.
- Cardoso, E. D., Sá, M. E., Haga, K. I., Binotti, F. F. S., Nogueira, D. C., & Valério Filho, W. V. (2014). Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. *Semina: Ciência Agrárias*, 35 (1), 21-38.
- Carvalho, J. A., Pinho, E. V. R. V., Oliveira, J. A., Guimarães, R. M., & Bonome, E. T. (2002). Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Citromelo swingle*. *Revista Brasileira de Sementes*, 24 (1), 263-270.
- Conde, T. T., Codognoto, L. C., Faria, G. A., & Maltoni, K. L. (2021). Resposta fisiológica de sementes de alface imersas em águas destilada e piscicultura. *Brazilian Journal of Development*, 7 (4), 37490-37499.
- Custódio, C. C. (2000). *Efeito do ácido sulfúrico concentrado sobre o potencial fisiológico de sementes de Brachiaria brizantha (A. Rich.) Stapf cv. 'Marandu' e Brachiaria humidicola (Rendle) Schweick. cv. 'Tully' durante o armazenamento*. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.
- Ferreira, C. D., Souza, A. M., Martins, R. C. C., Sales, F. C. V., Freire, A. L. O., & Costa, A. S. (2020). Potencial fisiológico de sementes de *Peltogyne confertiflora* (Mart. Ex Hayne) Benth, por testes bioquímicos. *Brazilian Journal of Development*, 6 (9), 66428-66439.
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37 (4), 529-535.

- Figueiredo, T. G. (2000). *Adaptação do teste rápido (pH do exsudato-fenolftaleína), para estimar a viabilidade de semente de cafeeiro (Coffe arabica L.)*. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras.
- França-Neto, J. B., & Krzyzanowski, F. C. (2018). *Metodologia do teste do tetrazólio em sementes de soja*. Embrapa Soja, 2018. 108p. (Documentos, 406).
- Galle, N. B. C. (2018). *Avaliação de métodos para a superação da dormência em sementes de Brachiaria (SYN Urochloa) brizantha cv. Marandu*. 50 f. Monografia (Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso.
- Gonzales, J. L. S., Paula, R. C., & Valeri, S. V. (2009). Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. fabaceae-mimosoideae. *Revista Árvore*, 33 (4), 625-634.
- Hilst, P. C. (2009). *Teste de coloração de exsudatos para avaliação da viabilidade de sementes de café (Coffe arabica L.)*. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- Lapig. (2019). *Atlas Digital das Pastagens Brasileiras*. <https://pastagem.org/atlas/map>
- Lima, K. N, Teodoro, P. E., Pinheiro, G. S., Pereira, A. C., & Torres, F. E. (2015). Superação de dormência em capim-braquiária. *Nucleus*, 12 (2), 167-174.
- Machado, L. A. Z., Lempp, B., Valle, C. B., Jank, L., Batista, L. A. R., Postiglioni, S. R., Resende, R. M. S., Fernandes, C. D., Verznigassi, J. R., Valentim, J. F., Assis, G. M. L., & Andrade, C. M. S. (2010). Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In A. V. Pires (Ed.), *Bovinoicultura de corte* (pp. 375-417). Piracicaba: FEALQ.
- Marcos-Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. FEALQ.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. ABRATES.
- Matos, A. L. M. (2017). *Análise de viabilidade de sementes de Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos através dos testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e pH do exsudato*. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília.
- Matos, J. M. M. (2009). *Avaliação da eficiência do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais*. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília.
- Matos, J. M. M., Martins, R. C. C., & Martins, I. S. (2009). Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Heringeriana*, 3 (1), 91-97.
- Medeiros, L. T., Sales, J. F., Souza, R. G., Alves, B. A., & Freitas, N. F. (2013). Qualidade fisiológica de sementes de amendoim forrageiro submetidas a diferentes tempos e ambientes de armazenamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14 (3), 472-477.
- Nani, T. F. (2015). *Citogenética de espécies de Brachiaria: contribuições para a construção de mapas físicos*. 124 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.
- Oliveira, T. M., Amaral, G. C., Farias, S. G. G., Alves, A. R., Maia, E. L., & Santos, L. M. (2013). Superação de dormência de sementes de mororó (*Bauhinia forficata* Linn.). *Scientia Plena*, 8(4(b)).
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Pereira, F. E. C. B. (2018). *Testes para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de Panicum maximum cvs. Mombaça, Massai e Tanzânia*. 45 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.
- Peske, S. T., Lucca-Filho, O. A., & Barros, A. C. S. A. (2006). *Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos*. UFPEL.
- Peske, S. T., Rosenthal, M. A., Rota, G. R. M. (2003). *Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos*. Editora.
- Rech, E. G., Vilela, F. A., & Tillman, M. A. (1999). Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. *Revista Brasileira de Sementes*, 21 (2), 1-9.
- Ribeiro, A. P. (2018). *Estimativa da viabilidade das sementes de aveia preta por meio das características do exsudato*. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Sá, M. E., Oliveira, S. A., & Bertolin, D. C. (2011). *Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise de qualidade de sementes*. Cultura Acadêmica.
- Santana, D. C., Vieira, M. G. G. C., Carvalho, M. M., & Oliveira, M. S. (1998). Teste do pH do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. *Revista Brasileira de sementes*, 20 (1), 160-166.
- Santos, J. F., Alvarenga, R. O., Timóteo, T. S., Conforto, E. C., Marcos Filho, J., & Vieira, R. D. (2011). Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33 (4), 734-751.
- Souza, L. A., Carvalho, M. L. M., Kataoka, V. Y., & Oliveira, J. A. (2009). Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de Sementes*, 31 (1), 60-67.
- Theodoro, J. V. C. (2013). *Avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja pelos testes de pH do exsudato, alagamento e índice de resistência ao endurecimento*. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Vasconcelos, A. D. M., Scardua, F. P., Martins, R. C. C., Souza, A. M., & Amorim, F. S. (2019). Viabilidade germinativa e condutividade elétrica em sementes de *Amburana cearenses* (Allemão) A.C Smith (Fabaceae). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 7 (2), 98-104.
- Viana, A. E. (2017). *Análise de qualidade fisiológica de sementes de Handroanthus impetiginosus (Mart. Ex Dc.) Mattos*. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília.