

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MÉTODO DO ENVELOPE NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Panicum maximum* Jacq.

Breno Rosa Neves
Engenheiro Agrônomo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**MÉTODO DO ENVELOPE NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Panicum maximum* Jacq.**

Breno Rosa Neves

Orientadora: Profa. Dra. Cibeles Chalita Martins

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Agronomia
(Produção Vegetal)**

2021

N518m

Neves, Breno Rosa

Método do envelope no teste de Germinação de sementes de
Panicum maximum Jacq. / Breno Rosa Neves. -- Jaboticabal, 2021

38 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Cibele Chalita Martins

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MÉTODO DO ENVELOPE NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Panicum maximum* Jacq.

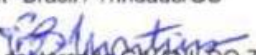
AUTOR: BRENO ROSA NEVES

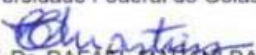
ORIENTADORA: CIBELE CHALITA MARTINS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. CIBELE CHALITA MARTINS (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal


p/ Dra. TATIANE SANCHES JEROMINI (Participação Virtual)
BASF-Brasil / Trindade/GO


p/ Pós-doutorando GIVANILDO ZILDO DA SILVA (Participação Virtual)
Universidade Federal de Goiás / Jataí/GO


p/ Prof. Dr. RAFAEL MARANI BARBOSA (Participação Virtual)
Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC / Ilhéus/BA


p/ Profa. Dra. SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Núcleo de Estudos de Espécies Nativas do Cerrado - NATIVAS / Instituto Federal de Educação IF Goiano - Iporá/GO

Jaboticabal, 22 de novembro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BRENO ROSA NEVES – Nascido na cidade de Prado/Cumuruxatiba em 25/05/1990, filho de Sérgio Nobre Neves e Adelize da Silva Rosa. Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi-BA, com parte do curso feito na Oregon State University – Corvallis - Oregon- Estados Unidos, em programa de intercâmbio financiado pela CAPES. Mestre em Agronomia (Fitotecnia) - Propagação Vegetativa (Tecnologia e Produção de Sementes) - na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal) - Tecnologia e Produção de Sementes - Na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Foi Bolsista PAADS e responsável pela disciplina de Agricultura no curso de Zootecnia na mesma universidade em 2019.

A minha família, por sempre acreditarem em mim. Em especial aos meus pais, Sérgio e Adelice. À minha esposa, Natália Senhoroto, por estar sempre ao meu lado com todo amor e apoio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Jaboticabal por condicionar a realização deste trabalho e propiciar o meu crescimento profissional.

Ao programa de pós graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela qualidade e pelo zelo com os estudantes.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À professora Dra. Cibele Chalita Martins, por cada ensinamento e colaboração no meu crescimento profissional e pessoal. Muito obrigado.

Aos servidores do Departamento de Produção Vegetal pelo auxílio durante o curso, pela amizade, atenção e apoio.

Aos amigos de laboratório e de pós graduação. Em especial Tatiane, Renato e Thaís. Agradeço por todo apoio, ensinamentos e amizade. Para sempre, sementinhas!

Por fim, a todos aqueles que fizeram parte na minha trajetória acadêmica e depositaram uma enorme confiança em mim e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Sementes de forrageiras tropicais no Brasil, <i>Panicum maximum</i> e de suas principais cultivares	2
2.2 O teste de germinação nas empresas de sementes de forrageiras.....	4
2.3 Água, temperatura e método para a germinação de sementes de gramíneas forrageiras	5
2.4 Qualidade fisiológica de sementes e padronização de métodos.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS	24

MÉTODO DO ENVELOPE NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Panicum maximum* Jacq.

RESUMO – As Regras para Análise de Sementes sugerem a utilização de envelope de papel para o teste de germinação, porém sem qualquer descrição do método. Dessa forma, objetivou-se estudar a eficácia do método do envelope como alternativa para a condução do teste de germinação de sementes de *Panicum maximum*. A pesquisa foi realizada com sementes das cvs. Tanzânia e Massai em três etapas. Na primeira, o experimento foi instalado em um esquema fatorial 5×2+1, sendo cinco os níveis de umedecimento do papel do envelope (1,5; 2,0; 2,5; 3,0; e 3,5 vezes a massa seca do papel em água), dois regimes de temperaturas de condução do teste (15-35 °C e 20-30 °C) e estes tratamentos foram comparados com a testemunha instalada pelo método tradicional do teste de germinação sobre papel. Na segunda etapa, comparou-se a metodologia do envelope estabelecida na primeira etapa com a tradicional, em 11 lotes de cada cultivar em um esquema fatorial 11×2 (lotes × métodos). Nestas etapas foram avaliados os parâmetros de primeira contagem e a germinação em 4 repetições de 50 sementes e, para avaliar o tempo despendido pelos dois métodos, foram cronometrados a instalação, avaliação, desmonte e tempo total dos procedimentos. Na terceira, foram avaliados os parâmetros de velocidade, sincronia e frequência relativa da germinação de um lote submetido aos dois métodos em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições de 50 sementes. Concluiu-se que o método do envelope é eficaz para ser utilizado no teste de germinação de sementes de *P. maximum* cvs. Tanzânia e Massai. O método do envelope deve ser realizado com o papel umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água e à 15-35 °C. De forma geral, o método do envelope é mais rápido de ser executado. A distribuição da germinação no tempo ocorre de forma similar entre os métodos do envelope e tradicional sobre papel.

Palavras-chave: Capim-tanzânia, Capim-massai, Análise de sementes, Qualidade fisiológica, Controle de qualidade, Metodologia

ENVELOPE METHOD IN THE GERMINATION TEST OF *Panicum maximum* cv. TANZANIA AND MASSAI SEEDS

ABSTRACT – In the Rules for Seed Analysis there is a report on the use of paper envelope for the germination test, but without any description of the method. Thus, the objective of this research was to study the effectiveness of the envelope method as an alternative for conducting the seed germination test of *Panicum maximum* cvs. Tanzânia and Massai. The research was carried out in three stages with two cultivars. In the first, the experiment was installed in a 5x2 + 1 factorial scheme, with five levels of moistening of the envelope paper (1.5; 2.0; 2.5; 3.0; and 3.5 times the dry mass of the envelope in water), two temperatures of conduction (15-35 °C and 20-30 °C) and compared with the control treatment installed by the traditional method on paper. In the second stage, the envelope methodology established in the first stage was compared with the traditional in 11 lots in two cultivars in an 11x2 factorial scheme (lots x methods). In these stages, the first count and germination were evaluated in 4 repetitions of 50 seeds. In the third stage, parameters of speed, synchronization and relative frequency of germination of a lot subjected to both methods in a completely randomized design, with 10 repetitions of 50 seeds. The envelope method is effective to be used in the seed germination test of *Panicum maximum* cv. Tanzania and Massai. The envelope method must be carried out with paper moistened with 2.5 times its weight in water and at a temperature of 15-35 °C. The germination distribution over time occurs in a similar way between the envelope method and the traditional method on paper.

Keywords: Tanzania grass, Massai grass, Seed analysis, Methodology, Quality control, Physiological quality

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tornou-se o maior produtor, exportador e consumidor de sementes de gramíneas forrageiras tropicais (Cardoso et al., 2014). Dentre as quais, destaca-se *Panicum maximum*, originária da África tropical, bem aceita pelos animais e com alto valor nutritivo (Santos et al., 2003; Euclides et al., 2007).

As empresas produtoras destas sementes adotaram para o controle de qualidade os testes de pureza, tetrazólio e germinação (Tomaz et al., 2015; 2016). A análise de pureza avalia a qualidade física do lote de sementes e a germinação e tetrazólio, o potencial fisiológico (Brasil, 2009), dessa forma estes testes visam estimar o possível desempenho das sementes no campo e proporcionam um conjunto de informações que constituem a base de avaliação da qualidade dos lotes (Marcos Filho, 2015).

A germinação pode ser considerada o principal e mais tradicional parâmetro utilizado para fins de comercialização e fiscalização do mercado nacional e internacional de sementes (Carvalho e Nakagawa, 2012). Deste modo, os métodos utilizados para esta análise têm sido aprimorados ou desenvolvidos, com o objetivo de obter-se a germinação regular, rápida e completa das sementes em condições controladas de laboratório e fornecer resultados que possam ser facilmente reproduzidos (Machado et al. 2019).

O método indicado por Brasil (2009) para avaliar a germinação das sementes de *P. maximum* é a semeadura sobre papel, que representa a metodologia tradicional do teste. Uma alternativa é o método do envelope, que foi testado e verificado bons resultados para sementes de cebola e capim-mombaça (Jeromini et al., 2019; 2021). Nestes estudos, a utilização do envelope apresentou vantagens como economia de tempo, espaço e material. Porém, ainda que promissor e mencionado nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009), as pesquisas sobre o tema ainda são escassas e são necessários estudos para a adequação, validação e aprimoramento desta metodologia.

Diante do exposto, objetivou-se nesta pesquisa estudar a eficácia do método do envelope como alternativa para a condução do teste de germinação de sementes de *P. maximum*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sementes de forrageiras tropicais no Brasil, *Panicum maximum* e de suas principais cultivares

O Brasil produziu 60,73 mil toneladas de sementes de gramíneas forrageiras tropicais na safra 2019/20, principalmente nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Goiás, São Paulo, Paraná, Rio Grande Do Sul e Tocantins (Abrasem, 2020).

Nos últimos anos, o mercado de sementes de gramíneas forrageiras não é movimentado somente pela pecuária extensiva, mas também para implantação de sistemas de cultivo, como o plantio direto e a integração lavoura e pecuária (Dias et al., 2020). Neste cenário, o Brasil tornou-se o país com maior exportação, comercialização e produção de sementes de gramíneas forrageiras (Abrasem, 2018).

As principais gramíneas forrageiras utilizadas na pecuária e nos sistemas integrados de produção agrícola pertencem aos gêneros *Urochloa* e *Panicum*, que são amplamente distribuídos e adaptados à maioria das regiões de pastagens do Brasil (Carvalho et al., 2020).

O *Panicum maximum* Jacq. (Família-Poaceae), é uma gramínea perene distribuída principalmente nos trópicos e subtrópicos, utilizada como fonte potencial de biomassa (Tiwari et al., 2018). Devido à elevada qualidade e utilização na pecuária, as cultivares de *P. maximum* representam 19% do volume total de sementes de gramíneas forrageiras tropicais comercializadas em 2019 (Carvalho et al., 2020).

A espécie *P. maximum* foi rapidamente difundida devido à sua natureza de corte, facilidade de propagação por sementes, crescimento rápido, bom rendimento, baixa necessidade de insumos e ampla adaptabilidade sob diferentes condições agroclimáticas (Tiwari, et al., 2018). Também se destaca pela alta ciclagem de

nutrientes para o solo em sistemas integrados de produção, sem interferir na produtividade das culturas consorciadas (Dias et al., 2020; Almeida et al., 2017).

As plantas desta espécie apresentam tolerância ao sombreamento, principalmente em sistemas pecuária-floresta, adaptação a climas tropicais e subtropicais, elevada produtividade e alta aceitabilidade dos animais em sistemas de criação extensiva (Gomes et al., 2011; Oliveira et al., 2014; Torres et al., 2015).

O porte elevado das plantas, perfilhos vigorosos e alta tolerância à seca também são características que motivam a escolha desta espécie na agropecuária, impulsionando a demanda por sementes (Canto et al., 2012; Mendonça et al., 2014).

Diversas cultivares de *P. maximum* já foram lançadas no Brasil por diferentes instituições de pesquisa e, dentre elas, destaca-se as cultivares Massai e Tanzânia, que estão entre as líderes no mercado (Jank et al., 2017).

A cultivar Massai, nativa da África é um híbrido originado do cruzamento entre *P. maximum* e *P. infestum*. Lançado em 2001, é responsável por 24% do total de sementes comercializadas da espécie no Brasil (Embrapa, 2020a). Essa cultivar possui excelente produção de forragem, alta velocidade de estabelecimento e rebrota, média tolerância ao frio e boa resistência ao fogo. Quando comparada a outras cultivares de *P. maximum*, o capim-massai apresenta-se mais adaptado às condições de baixa fertilidade do solo e com melhor tolerância ao ataque da cigarrinha-das-pastagens (Embrapa, 2020a).

A cultivar é uma opção para a diversificação das pastagens no cerrado ou regiões com baixa pluviosidade, uma vez que apresenta tolerância à acidez e à baixa fertilidade do solo, além de alta produção de matéria seca e rebrota de até 80% após o corte (Volpe et al., 2008).

A cultivar Tanzânia, lançada pela Embrapa em 1990 é indicada para áreas de solo com maior fertilidade, com bom desempenho em misturas com outras cultivares e na diversificação de pastagens. Apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens e maior produção foliar em relação as demais, e maior disponibilidade de alimento para os animais por mais tempo (Embrapa, 2020b).

De acordo com a descrição fornecida pela Embrapa (2020) ela tem potencial para substituir outras cultivares de *P. maximum* apresentando maior facilidade de manejo em função do menor porte, superioridade em relação as demais de 30% a 40% na produção de sementes. Entretanto, é uma forrageira que requer maior nível de fertilidade para expressar seu potencial produtivo. Em 2015, a movimentação econômica envolvendo a cultivar foi de R\$ 757 milhões (Embrapa, 2020b).

2.2 O teste de germinação nas empresas de sementes de forrageiras

Para atender a demanda, as empresas produtoras têm buscado oferecer ao mercado, sementes com maior qualidade física, fisiológica e sanitária. Esta exigência comercial demanda um custo operacional com controle de qualidade dentro dos laboratórios de análise de sementes. Para atender as normas para a comercialização de sementes certificadas de gramíneas forrageiras, os lotes de *P. maximum* devem possuir no mínimo 40% de pureza e germinação (Brasil, 2008). Assim, o teste de germinação é parte fundamental para a seleção de lotes.

A germinação é determinada pela retomada do crescimento e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião indicando a possibilidade de gerar uma planta normal sob condições favoráveis e ideais para aquela espécie, permitindo expressar o máximo potencial de desempenho fisiológico das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A metodologia para o teste de germinação é baseada nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009). De acordo com as recomendações, o teste visa fornecer às sementes a serem testadas condições ideais de temperatura, substrato, luz e umedecimento com o objetivo de obter o máximo potencial germinativo do lote de sementes (Brasil, 2009).

Deste modo, as RAS (Brasil, 2009) recomendam procedimentos para a condução e avaliação do teste de germinação de sementes de *P. maximum*, como a semeadura sobre papel, em caixas de plástico transparente, mantidos a 20-30 °C ou 15-35 °C por 28 dias, quando é realizada a contagem final das sementes germinadas (Brasil, 2009).

Este é o procedimento padrão adotado na rotina dos laboratórios de análise de sementes gramíneas forrageiras.

Nas RAS consta um método alternativo de germinação, em envelopes de papel (Brasil, 2009). Contudo, na citação não há descrição dos procedimentos de preparação e condução desta metodologia ou quais espécies poderiam adotá-lo.

Jeromini et al. (2019; 2021) desenvolveram um protocolo para a confecção de envelopes para o teste de germinação e obtiveram resultados promissores para sementes de cebola e capim-mombaça. Estes pesquisadores relataram que o método do envelope foi mais rápido que o método tradicional sobre papel quanto à instalação, semeadura e desmontagem do teste, além de melhor aproveitamento do espaço das câmaras de germinação, apresentando ótima alternativa de redução de custo e mão-de-obra para laboratórios de análise.

Jeromini et al. (2021) destacaram que o método pode ser facilmente adotado pelos laboratórios e na análise de sementes de capim-mombaça apresentou resultados iguais ou superiores aqueles obtidos pelo método tradicional sobre papel, além de ocupar somente 2/5 do espaço da câmara de germinação que era utilizado no método tradicional para o mesmo número de amostras. Devido às vantagens apresentadas e ao fato de não requerer treinamento e equipamento especiais o método do envelope precisa ser testado e aprimorado para outras espécies.

2.3 Água, temperatura e método para a germinação de sementes de gramíneas forrageiras

O fornecimento de água é condição essencial para que a semente inicie a germinação e se desenvolva normalmente (Marcos Filho, 2015). O substrato utilizado no teste de germinação deve ser, durante todo o teste, suficientemente úmido para fornecer às sementes a quantidade de água necessária para a sua germinação. A quantidade de água para o adequado desenvolvimento depende da espécie testada (Brasil, 2009).

O substrato, especialmente o papel, não deve ser excessivamente umedecido de modo a formar uma película de água em torno das sementes, já que este excesso restringe a aeração prejudicando a germinação (Brasil, 2009; Marcos Filho, 2015). Entretanto, devem ser tomadas precauções para manter a umidade do substrato durante todo o teste.

Com esta finalidade as RAS (Brasil, 2009) recomendam, sempre que necessário a adição de água, a critério do laboratorista durante o teste. Porém, este procedimento deve ser evitado sempre que possível, uma vez que aumenta as variações entre as repetições e entre os testes (Coimbra et al., 2007).

Devido à importância da utilização da quantidade certa de água para o teste de germinação, houve a necessidade de normatizar o umedecimento do substrato. De acordo com as RAS (Brasil, 2009), é recomendado para o teste da maioria das sementes, adicionar um volume de água em quantidade equivalente de 2,0 - 3,0 vezes o peso seco do substrato, para os métodos tradicionais (sobre, entre ou em rolo de papel). Para a semeadura de cebola em envelope de papel, há recomendação do uso de 2,5 vezes a massa seca do papel em água para germinação (Jeromini et al., 2019)

Deste modo, verificou-se na literatura que diferentes espécies apresentaram necessidades particulares quanto à intensidade de umedecimento do substrato para o teste de germinação (Gentil e Torres, 2001; Martins et al., 2008; Azeredo et al., 2010; Jeromini et al., 2019).

Varela et al. (2005) ao testarem a combinação de níveis de umedecimento e temperatura na germinação de *Dinizia excelsa* Ducke, observaram que temperaturas de 30 e 35°C, resultaram em máxima germinação com o umedecimento de 2,0 vezes a massa seca do papel em água. De modo semelhante, Amaro et al. (2014) observaram máxima germinação de *Cucumis melo* L., utilizando 3,0 vezes a massa do papel, na temperatura alternada de 20-35 °C.

De forma complementar, para a germinação de sementes de *Cucumis anguria* L., *Jatropha curcas* L., *Brassica oleraceae* var. capitata L. e *Allium cepa* L. os umedecimentos do substrato papel indicados foram de 1,0 a 2,5; 3,0 a 3,5; 1,5 a 2,5 e

2,5 vezes a massa seca do papel, respectivamente (Gentil e Torres, 2001; Martins et al., 2008; Azeredo et al., 2010; Jeromini et al., 2019).

Além da quantidade de água fornecida para o teste de germinação, a escolha e manutenção da temperatura é fundamental para a expressão do máximo potencial germinativo. No teste de germinação, a temperatura age sobre a velocidade de absorção de água e sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, em consequência, afeta tanto a velocidade e uniformidade de germinação, como a germinação total (Marcos Filho, 2015; Carvalho e Nakagawa, 2012).

A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, nos quais existe uma temperatura ótima, ou faixa de temperatura, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, obtendo-se o máximo de germinação no menor período possível (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Nas RAS, para a germinação de sementes de *P. maximum* são recomendadas duas combinações de temperaturas alternadas, 20-30 °C ou 15-35 °C, mas para substrato sobre papel ou sobre areia, no entanto, não há recomendações para o método do envelope (Brasil, 2009).

O uso de temperaturas alternadas para o teste de germinação de sementes de gramíneas forrageiras também foi estudado em trabalhos de pesquisas. Tomaz et al. (2010) concluiu que o teste de germinação de sementes de capim-tanzânia pode ser conduzido sob temperaturas alternadas de 15-35 °C e 20-30 °C. Entretanto, 15-35 °C é o regime térmico mais indicado por permitir máxima porcentagem de germinação (89%) em menor tempo (quatro dias). Para *Urochloa brizantha*, Gaspar-Oliveira et al. (2008) verificaram que 20-35 °C foi o melhor regime térmico, pois resultou na maior germinação de sementes em menor tempo, possibilitando o encerramento do teste aos 11 dias após a semeadura.

Souza et al. (2015) verificaram que temperaturas alternadas de 20-30°C e 20-35°C são as mais indicadas para a germinação e vigor das sementes de *Axonopus affinis*. Gaspar-Oliveira et al. (2008) observaram que para sementes de *Urochloa brizantha*, a temperatura de 20-35 °C foi mais indicada para a realização do teste de germinação.

Assim, pelas informações consultadas na literatura, é necessário aprimorar os procedimentos de condução do teste de germinação de sementes de gramíneas forrageiras, para aprovação, controle e comercialização de lotes.

2.4 Qualidade fisiológica dos lotes e validação de métodos de avaliação da qualidade de sementes

Para o desenvolvimento de testes de avaliação da qualidade de sementes, como é o caso do teste de germinação, deve-se utilizar o maior número de lotes possível na metodologia do trabalho, pois o teste a ser desenvolvido deve ser preciso e sensível para a avaliação de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor (Silva et al., 2017; Silva, et al., 2019a; Pereira et al., 2020).

Carvalho e Nakagawa (2012) relataram que a determinação de temperaturas cardiais, ou seja, aquelas ideais para a expressão máxima do processo germinativo, é dificultada pelo nível de vigor dos lotes de sementes. A semente terá mais exigência de temperaturas ótimas, quanto menor o seu vigor, enquanto a faixa de temperatura ótima será muito mais ampla para lotes de sementes que possuem alto vigor.

Na avaliação de lotes de sementes de milho Sbrussi e Zucareli (2014) observaram que lotes mais vigorosos expressaram maior potencial germinativo em uma ampla faixa de temperatura. Este comportamento também foi observado em sementes de eucalipto, em que lotes de maior vigor toleraram temperaturas supra ótimas e demandaram mais tempo para germinar quando expostas a tais condições (Jeromini et al., 2020).

A mesma importância da utilização de um número elevado de lotes se aplica a diferentes condições de umedecimento do substrato, uma vez que sementes com menor potencial germinativo são mais sensíveis à redução dos níveis de água no substrato para a germinação, enquanto sementes de alto vigor toleram mais a falta ou excesso de água no substrato (Marcos Filho, 2015).

Em estudo com diferentes lotes de sementes de cenoura foi verificado que lotes de alto vigor foram menos exigentes quanto às condições de umedecimento do substrato em comparação aos de baixo vigor (Silva et al., 2011). Enquanto outras pesquisas realizadas com lotes de sementes de milho e girassol não verificaram

interação entre o vigor das sementes e os níveis de umedecimento do substrato (Silva e Rossetto, 2012; Silva et al., 2016), indicando assim que cada espécie possui particularidades em seu comportamento.

A utilização de um elevado número de lotes de diferentes níveis de qualidade fisiológica em estudos de aprimoramento de testes de avaliação de sementes tem o objetivo de simular o cotidiano de um laboratório de empresa. Diante disto, é necessário este procedimento para a padronização de uma metodologia que envolva substratos, temperaturas e níveis de umedecimento para que seja eficiente e aplicável a lotes de baixo, médio e alto vigor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, *Campus* de Jaboticabal. A metodologia e as análises foram avaliadas em sementes de *Panicum maximum* de duas cultivares: Tanzânia e Massai.

O experimento foi conduzido em três etapas para cada cultivar. A primeira foi realizada com um lote de sementes, para estabelecer a melhor temperatura e nível de umedecimento do substrato para o teste realizado pelo método do envelope, comparando-o com o método tradicional sobre papel. A segunda, para comparar a metodologia do envelope estabelecida na primeira etapa com a tradicional, em 11 lotes de sementes com níveis diversos de qualidade fisiológica, para simular uma condição real de empresa de sementes. Na terceira etapa, um lote de sementes foi submetido aos dois métodos estudados nas etapas anteriores para avaliar a velocidade e a sincronia da germinação.

As sementes dos lotes utilizados na pesquisa foram submetidas à passagem pelo soprador pneumático, seguida de catação manual para a obtenção da porção de sementes puras. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se três repetições de 50 sementes e os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Primeira etapa - o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$ (método do envelope com cinco níveis de água $\times$ envelope sob duas temperaturas + testemunha), com 4 repetições de 50 sementes. No tratamento testemunha, o lote foi avaliado por meio do método tradicional de germinação sobre papel (Brasil, 2009). Neste, as sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel tipo mata borrão, umedecidas com 2,5 vezes o peso do substrato em água, e acondicionadas dentro de caixas de plástico transparente ($11,0 \times 11,0 \times 3,5$ cm) com tampa, à 15-35 °C, e fotoperíodo de oito horas (Brasil, 2009; Tomaz et al., 2010).

Na semeadura em envelope, utilizou-se o papel tipo germitest umedecido com cinco níveis de umedecimento: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; e 3,5 vezes a massa seca do papel em água. Para a confecção do envelope, posicionou-se uma folha na horizontal e duas fileiras de 25 sementes foram semeadas na metade superior do papel. O espaçamento entre fileiras foi de 2,0 cm e entre sementes, na fileira, de 1,0 cm (Figura 2A). A semeadura foi realizada com régua contadora com perfurações do tamanho das sementes. A folha foi dobrada ao meio para que as sementes ficassem entre as duas partes do papel.

Em seguida $\frac{1}{4}$ de cada lado do papel foi dobrado em direção ao centro de modo que as bordas se encontrassem (Figura 2B). Finalmente, no ponto de encontro das bordas o papel foi dobrado novamente, formando o envelope (Figura 2C).

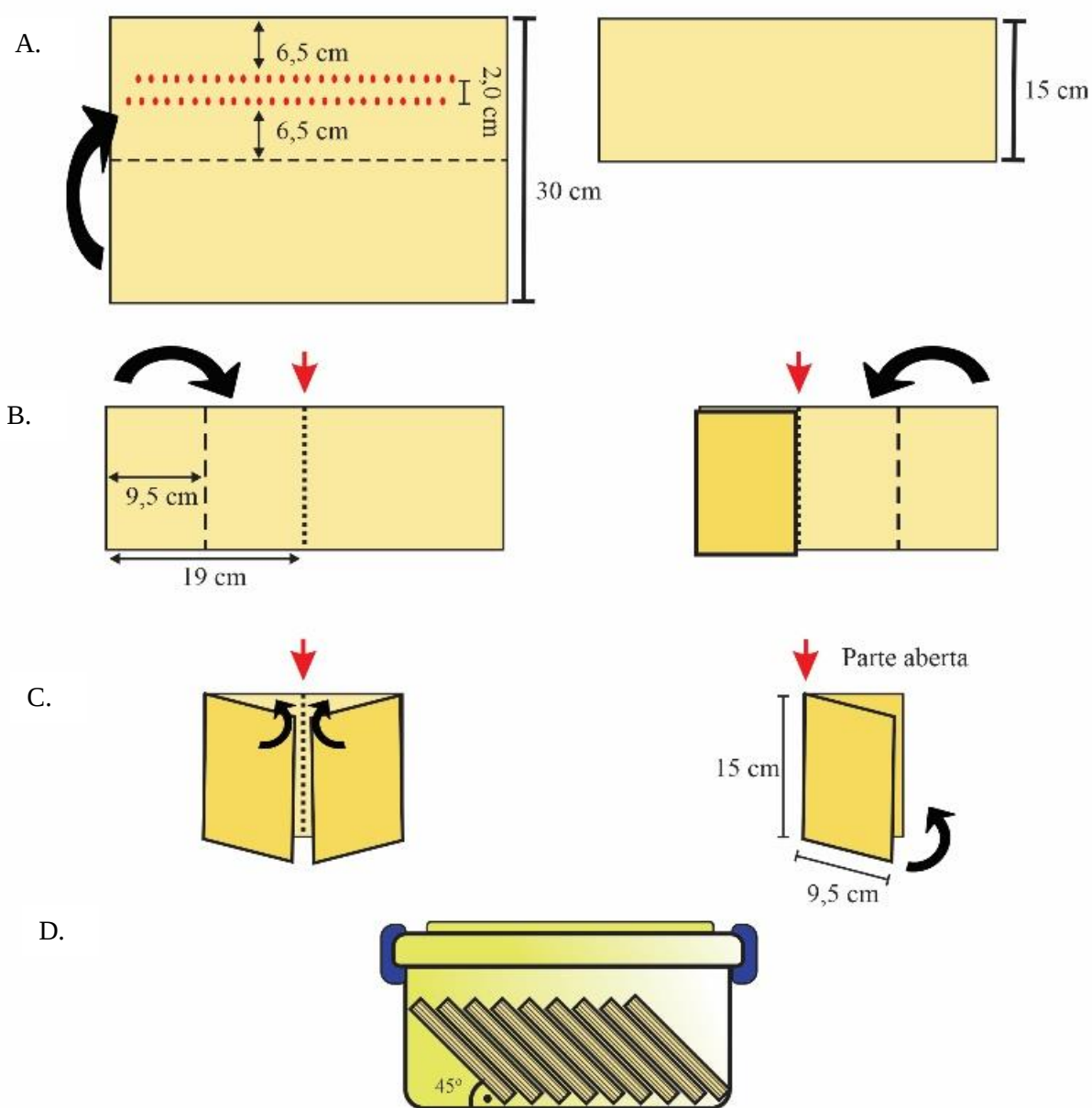


Figura 2. Etapas do processo de confecção dos envelopes e instalação do teste de germinação de *P. maximum* cv. Tanzânia (A, B, C e D). Adaptado de Jeromini et al. (2019).

As dimensões finais do envelope foram de 9,5 x 15,0 cm. Os envelopes foram acondicionados em caixas transparentes com tampa (33,0 x 21,8 x 10,3 cm), com a parte aberta para cima e formando um ângulo de 45° em relação a base da caixa

(Figura 2D). O teste de germinação foi conduzido em dois regimes de temperaturas (15-35 °C e 20-30 °C) e fotoperíodo de 8 horas.

A primeira contagem de germinação foi avaliada no 10º dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais. A contagem final das plântulas normais, anormais e sementes mortas foi realizada no 28º dia após a semeadura e os dados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009). Ao final do teste de germinação, as sementes remanescentes foram submetidas ao teste de tetrazólio para a identificação e contagem das sementes dormentes e mortas.

Segunda etapa – foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 11 x 2. Foram avaliados 11 lotes de cada cultivar de sementes colocadas para germinar utilizando-se dois métodos de semeadura descritos anteriormente (sobre papel e em envelope de papel), com 4 repetições de 50 sementes, em substrato umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água e mantidos à 15-35 °C e fotoperíodo de oito horas (baseado na avaliação anterior). Para a avaliação do desempenho germinativo das sementes foram utilizados os testes de germinação e primeira contagem de germinação realizados conforme descrito na primeira etapa.

Nesta fase, a partir do trabalho de 4 analistas, para avaliar o tempo despendido pelos dois métodos de semeadura do teste de germinação foram cronometrados em minutos os seguintes procedimentos: *Instalação* – contados desde a separação do material, assepsia, até o umedecimento de todas as parcelas. *Semeadura* - iniciando a contagem do tempo na semeadura, sobre substrato previamente umedecido, e encerrando-se quando as caixas estavam prontas para serem colocadas no germinador; considerou-se também na avaliação o tempo despendido para a confecção dos envelopes. *Avaliação* - iniciando a contagem do tempo na retirada das caixas da câmara de germinação, abertura das caixas, desdobramento dos envelopes, observação e encerrando após a contagem das das plântulas normais no teste da primeira contagem. *Desmontagem*: realizada contagem do tempo durante o descarte e limpeza dos materiais utilizados no teste. Os parâmetros avaliados tiveram 12 repetições para cada método, sendo uma repetição o procedimento em uma parcela.

Foi realizada a análise de variância e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste a 5% de probabilidade.

Terceira etapa – foi realizada avaliando-se um lote de sementes de cada cultivar, colocadas para germinar seguindo o método do envelope e sobre papel, em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições de 50 sementes, em substrato umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água e mantidos à 15-35 °C e fotoperíodo de oito horas e contagens diárias por 16 dias (Tomaz et al., 2010). Foram calculados: índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962), tempo médio de germinação (Labouriau, 1983), velocidade média de germinação (Labouriau, 1983), frequência relativa (Santana & Ranal, 2004) e índice de sincronização de germinação ou incerteza (Labouriau, 1983).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Liliefords e Cochran para a verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando observado efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do software AgroEstat (Barbosa & Maldonato, 2009). As médias foram apresentadas com dados não transformados. Os dados quantitativos de umedecimento do papel do envelope também foram submetidos à análise de regressão polinomial, selecionando-se o modelo significativo de maior ordem (R^2) ou a equação que melhor se ajustou aos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lotes de sementes utilizados na pesquisa apresentaram teores de água similares, entre 9,4 e 10,3% para a cv. Tazânia e entre 9,0 e 10,0% para a cv. Massai. As variações foram menores que dois pontos percentuais entre lotes. Dessa forma, os resultados obtidos puderam ser atribuídos à diversidade de qualidade fisiológica dos lotes e não ao teor de água das sementes antes da instalação dos testes de germinação (Azeredo et al., 2010; Silva et al., 2017a e b; Tomaz et al., 2015; 2016).

As sementes do estudo não apresentaram dormência. A dormência em sementes de *P. maximum* é rara no Brasil devido ao procedimento de colheita, por varredura do chão. Neste, as sementes maduras caem no solo, e permanecem lá até serem varridas, podendo levar um período considerável para a superação da dormência e, assim, há uma baixa porcentagem de sementes dormentes. Aliado a isso, o período superior a quatro meses que ocorre entre a colheita das sementes e a chegada na unidade de processamento também contribui para que a dormência seja naturalmente superada (Melo et al., 2018).

Os dados referente a sementes mortas e plântulas anormais não foram apresentados por apresentarem valores baixos e com coeficiente de variação alto; não justificando discutir dados que, neste trabalho, teve pouca relevância. Sementes mortas são as que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes, e geralmente, apresentam-se amolecidas, atacadas por microorganismos e não apresentam nenhum sinal de início de germinação. As plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis (BRASIL, 2009).

Na primeira etapa do experimento, todas as características avaliadas foram influenciadas pelos níveis de umedecimento do substrato e temperaturas do teste, de modo isolado, para as sementes das duas cultivares; exceto para a germinação da Massai, que não foi afetada pelo regime de temperatura (Tabela 1). O intervalo de 15-35 °C foi favorável à maioria dos parâmetros germinativos das sementes, resultando na

máxima porcentagem de germinação em menor tempo, corroborando as recomendações das RAS (Brasil, 2009) e demais resultados de estudos avaliando a metodologia para teste de germinação de *P. maximum* (Usberti, 1981; Tomaz et al., 2010). Dessa forma, a temperatura alternada de 15-35 °C foi selecionada para ser utilizada na condução da segunda etapa da pesquisa, quando foi avaliado o método do envelope em 11 lotes de sementes de cada cultivar.

Tabela 1. Primeira contagem e germinação em função do método de semeadura, sobre papel ou envelope, e condução do teste de germinação sob diferentes regimes de temperatura e níveis de umedecimento do substrato de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia e cv. Massai.

Temperatura	Tanzânia		Massai	
	Primeira contagem	Germinação	Primeira contagem	Germinação
	-----%-----	-----%-----	-----%-----	-----%-----
15-35 °C	62 a	62 a	49 a	50
20-30 °C	52 b	53 b	43 b	45
Umedecimento (U)	587,9**	630,3**	504,4**	687,15**
Temperatura (T)	1081,6**	960,4*	372,1*	176,4 ^{ns}
UxT	136,6 ^{ns}	190,1 ^{ns}	85,6 ^{ns}	142,1 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	489,3 ^{ns}	188,5 ^{ns}	212,8 ^{ns}	210,0 ^{ns}
C.V. (%)	19,6	20,0	19,4	17,6

*, ** e ^{ns} = significativo ao nível de 1% de probabilidade, significativo ao nível de 5% de probabilidade e não significativo conforme o teste F, respectivamente. Na coluna, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As interações entre umidade e temperatura, assim como entre o fatorial e a testemunha também não apresentaram efeitos significativos sobre a germinação e a primeira contagem das sementes das duas cultivares. Portanto, o desempenho germinativo das sementes obtido com o método do envelope foi similar ao tradicional sobre papel, indicado nas RAS (Brasil, 2009).

Quanto ao nível de umedecimento do substrato, as máximas porcentagens de primeira contagem e germinação de sementes de Tanzânia ocorreram entre 2,0 e 3,5 vezes o peso do substrato em água (Figura 3A e B) e para Massai entre 2,5 e 3,5 vezes (Figura 3C e D).

Estes resultados concordam com a recomendação das RAS para o teste de germinação (Brasil, 2009) sobre o umedecimento do papel com níveis entre 2,0 e 3,0 vezes o seu peso em água e com trabalhos de pesquisa sobre germinação de sementes de *P. maximum* que comumente adotam o nível de umedecimento de 2,5 vezes o peso do papel em água (Tomaz et al., 2010; Melo et al., 2018; Cruz et al, 2020; Pereira et al., 2020; Jeromini et al., 2021).

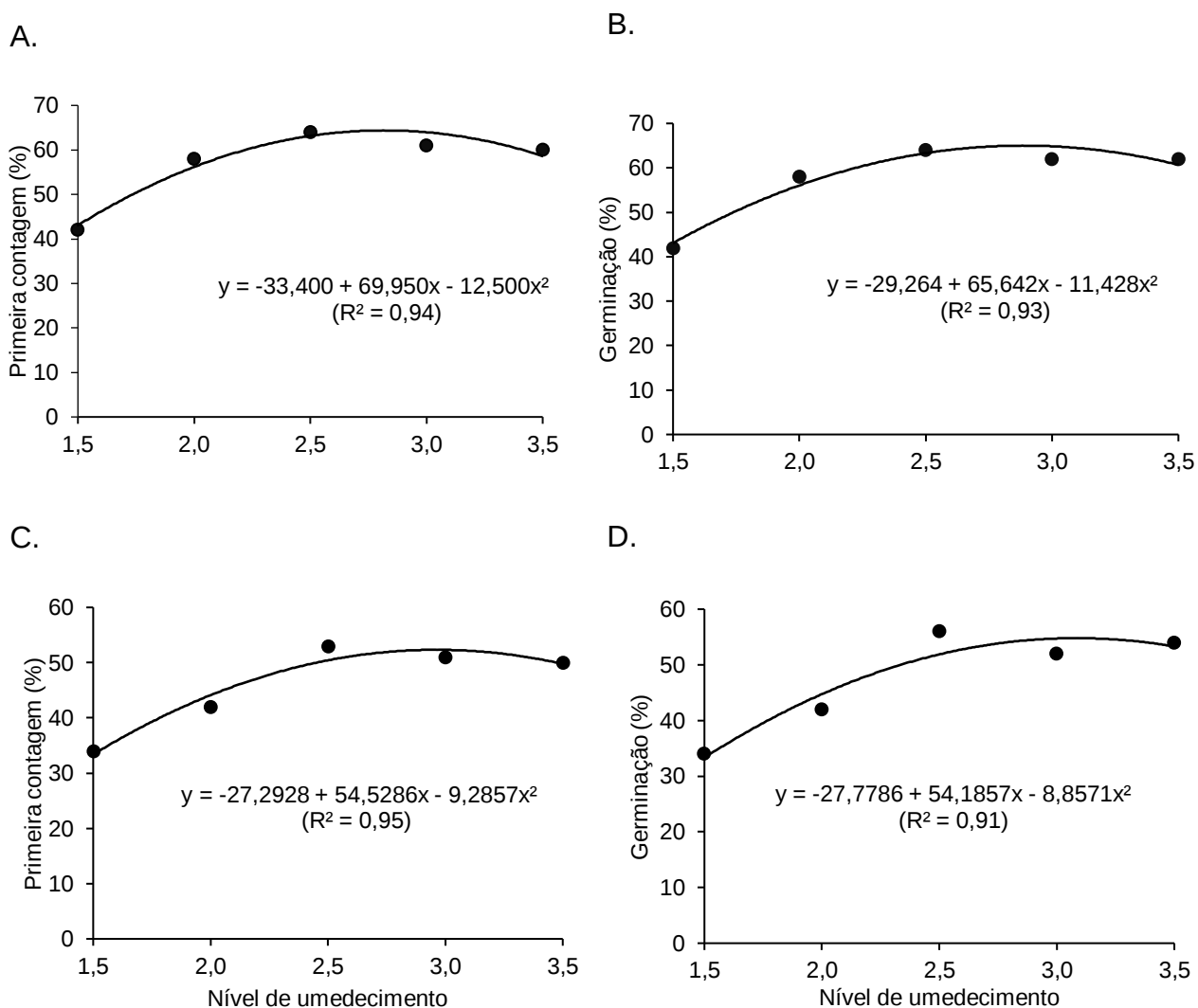


Figura 3. Primeira contagem e germinação de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia (A e B) e cv. Massai (C e D) sob diferentes níveis de umedecimento do substrato

Souza & Baccarin (2006) relataram que níveis maiores de umedecimento do substrato em semeadura sobre papel de sementes de *P. maximum* cv. Tanzânia tiveram efeito positivo no desempenho germinativo de sementes. De modo oposto, trabalhos que estudaram níveis de umedecimento do substrato na germinação de sementes de repolho, maxixe e pupunheira verificaram efeito deletério em função do aumento do nível de água (Azeredo et al., 2010; Gentil & Torres, 2001; Martins et al., 2009).

Portanto, este tipo de estudo é necessário, pois a quantidade de água do substrato que possibilita um bom desempenho germinativo da semente depende da tolerância da espécie estudada a condições extremas de água do solo, por excesso ou falta, devido à adaptação ecológica ao local de origem (Martins et al., 2014, Silva et al., 2017).

No presente estudo, como foi observado menor desempenho germinativo das sementes em substrato umedecido com menos do que 2,0 vezes o seu peso em água, adotou-se critérios práticos para a escolha do nível de umedecimento mais adequado para a espécie.

Nos níveis 2,0 e 1,5 de umedecimento logo na data da primeira contagem, aos setes dias, o substrato já estava desidradado o que dificultou o manuseio do teste, devido a movimentação das sementes do lugar de semeio. Como o envelope permaneceu em posição inclinada, a gravidade favoreceu a queda das sementes para o fundo dele, havendo o risco de alguma semente ser perdida. Deste modo, estes níveis de umedecimento dificultaram o manuseio e não se adequam aos trabalhos de rotina em um laboratório de análise de sementes.

Nos níveis de umedecimento acima de 3,0 vezes o peso do substrato em água, o papel ficou excessivamente molhado, verificando-se o acúmulo de água no fundo da caixa. Esta diferença na distribuição da água no substrato, poderia causar uma absorção diferente pelas sementes, dependendo da posição delas no envelope, prejudicando a homogeneidade do microambiente do teste. Em condições de umedecimento elevado, ocorre a falta de O₂ durante o processo de germinação, diminuindo a respiração, provocando o atraso ou a paralisação do desenvolvimento do

eixo embrionário, podendo aumentar a ocorrência de plântulas anormais (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Portanto, baseado em critérios estatísticos e práticos, o nível de umedecimento de 2,5 vezes o peso do substrato, comumente utilizado no método tradicional sobre papel (Brasil, 2009), foi escolhido também para o umedecimento do papel do envelope na segunda etapa da pesquisa.

Na segunda etapa da pesquisa, verificou-se que tanto o método tradicional de semeadura sobre papel quanto o do envelope apresentaram resultados similares quanto à primeira contagem e germinação das sementes (Tabela 2). Portanto, ambos poderiam ser utilizados para o teste de germinação de sementes de *P. maximum* cvs. Tanzânia e Massai em lotes com diversos níveis de vigor e germinação, como aqueles utilizados na presente pesquisa.

Tabela 2. Primeira contagem e germinação de 11 lotes de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Massai submetidas ao teste de germinação pelos métodos do envelope e sobre papel.

Lotes	Tanzânia		Massai	
	Primeira contagem	Germinação	Primeira contagem	Germinação
	-----%-----	-----%-----	-----%-----	-----%-----
1	68 a	69 a	63 a	63 a
2	61 ab	61 ab	58 a	58 a
3	60 abc	60 ab	42 b	42 b
4	54 bcd	54 bc	42 b	42 b
5	53 bcd	53 bc	25 c	26 c
6	52 bcd	53 bc	22 c	22 c
7	46 cd	46 bc	18 cd	18 cd
8	40 d	41 c	20 cd	20 cd
9	39 d	40 c	13 cde	15 cde
10	17 e	17 d	08 de	08 de
11	09 e	10 d	04 e	05 e
Métodos				
Envelope	45	45	28	29
Sobre papel	45	45	28	29
Lotes (L)	2660,4**	2625,8**	3082,8**	3039,1**
Métodos (M)	0,7 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}
L x M	137,6 ^{ns}	127,1 ^{ns}	52,8 ^{ns}	50,7 ^{ns}
C.V. (%)	18,6	18,9	27,9	27,3

^{**} e ^{ns} = significativo ao nível de 5% de probabilidade e não significativo conforme o teste F, respectivamente. Na coluna, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre lotes e método também não apresentou resultados significativos. Somente foi verificado o efeito isolado dos lotes sobre o desempenho germinativo. Isto pode ser explicado pelos diferentes níveis de vigor que estes apresentaram, o que comumente pode ser verificado em lotes comerciais de sementes de *P. maximum* (Pereira et al., 2020; Melo et al., 2018; Cruz et al., 2020).

As porcentagens de germinação da quase totalidade dos lotes da cultivar Tanzânia variaram de 40 a 69% atendendo aos critérios prescritos pelos padrões federais de comercialização de sementes para *P. maximum* que é de no mínimo 40% (Brasil, 2008). Somente os dois últimos lotes apresentaram germinação abaixo do permitido, entre 17 e 10% e, por este motivo, não poderiam ser comercializados como sementes. Entretanto, para a cultivar Massai, somente os quatro primeiros lotes poderiam ser comercializados no país (Brasil, 2008), pois os demais apresentaram germinação muito baixa, com valores entre 5 e 26%.

As diferenças dos lotes quanto ao potencial fisiológico conferem maior credibilidade aos resultados obtidos no presente estudo, por simular uma situação real de empresa de sementes. Particularmente, no caso de sementes de gramíneas forrageiras, muitos lotes são recebidos pelas empresas com qualidade insatisfatória, visando atender a um mercado paralelo ou utilizá-los em mistura com outros de melhor qualidade (Melo et al., 2018; Cruz et al., 2020).

Os valores médios obtidos para a primeira contagem e germinação pelo método do envelope ou sobre papel, foram de 45 e 45%, respectivamente para a cultivar Tanzânia e, 28 e 29%, respectivamente, para a cultivar Massai. Embora estes valores possam parecer insuficientes, sementes de forrageiras apresentam baixa qualidade fisiológica, quando comparadas às sementes de grandes culturas (Melo et al., 2018; Silva et al., 2019bc). Este fato pode ser atribuído à desuniformidade de maturação na planta e à colheita por varredura do solo. O método de colheita favorece também a contaminação das sementes por patógenos que costumam reduzir a germinação e o

vigor das sementes. As condições climáticas das regiões de produção e a condução do campo também podem contribuir para esta qualidade (Silva et al., 2019bc; Cruz et al., 2020).

Não obstante, verificou-se pelos resultados que a metodologia do envelope foi tão eficiente e sensível para diferenciar a germinação dos lotes quanto o método tradicional sobre papel para as sementes das duas cultivares de *P. maximum*.

Quanto ao tempo despendido nos procedimentos de instalação, semeadura e avaliação do teste de germinação não apresentaram diferenças significativas. Por outro lado, a instalação e o desmonte foram ambos mais rápidos no método do envelope, o que, conseqüentemente, proporcionou uma maior velocidade no tempo total deste método. Estes resultados, com excessão do tempo para a semeadura, corroboram com os obtidos por Jeromini et al. (2019) ao estudar estes métodos em sementes de cebola.

Tabela 4 - Tempo despendido (segundos/parcela amostral) para a execução das etapas de instalação, semeadura, avaliação, desmonte e tempo total para condução do teste de germinação em função do método de semeadura, sobre papel (SP) ou envelope (E) em lotes de sementes de *Panicum maximum*.

Método	Instalação		Semeadura		Avaliação		Desmonte		Tempo total	
	E	SP	E	SP	E	SP	E	SP	E	SP
	(s)									
	128,2a	310,0b	218,5 ^{ns}	196,0 ^{ns}	88,0 ^{ns}	77,1 ^{ns}	6,3a	61,5b	441,0a	644,6b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo conforme o teste F

Na terceira etapa da pesquisa (Tabela 5), a semeadura em envelope ou sobre papel produziram desempenho similar das sementes das duas cultivares na quase totalidade dos parâmetros de velocidade e sincronia da germinação, exceto para a semeadura em envelope da cultivar Massai, que acelerou a velocidade média de germinação (0,23 plântulas por dia).

Tabela 5. Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de sincronização ou incerteza (Ē) de sementes de *Panicum maximum* cvs.

Tanzânia (A) e Massai (B) em função dos métodos de germinação no envelope e sobre papel.

Cultivar	Métodos	G (%)	IVG	VMG (dia ⁻¹)	TMG (dias))	Ē (bits)
Tanzânia	Envelope	73	8,0	0,20	04	13,1
	Sobre papel	72	8,0	0,20	04	11,2
	F tratamentos	7,24 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,02 ^{ns}	18,00 ^{ns}
	C.V. (%)	9,1	8,9	4,9	5,0	55,3
Massai	Envelope	71	8,4	0,23 a	4	16,3
	Sobre papel	71	8,2	0,22 b	4	12,5
	F Tratamentos	0,20 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,0005 ^{**}	0,20 ^{ns}	72,29 ^{ns}
	C.V. (%)	8,7	9,2	3,3	3,4	29,3

^{**}, ^{ns} = significativo ao nível de 5% de probabilidade e não significativo conforme o teste F, respectivamente.

A não significância dos parâmetros índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e velocidade média de germinação permitiu inferir que o método do envelope é fiel aos resultados obtidos pelo método tradicional indicado nas RAS (Brasil, 2009). Portanto, ambos métodos de semeadura testados foram eficazes na avaliação do desempenho germinativo das sementes dos lotes, necessitando do mesmo tempo para o início e término do processo germinativo em ambiente controlado de laboratório.

Os resultados referentes ao tempo médio de germinação, tanto no método do envelope quanto no método sobre papel, foram equivalentes e foi possível verificar que foi necessário entre quatro e cinco dias para que os valores de germinação das sementes das duas cultivares estabilizassem.

Por isto, os valores obtidos no teste da primeira contagem realizado na primeira e segundas etapas da pesquisa, aos sete dias após a semeadura, foram idênticas à germinação final, realizada aos 28 dias (Tabelas 1 e 2). Estes resultados confirmam relatos de Tomaz et al. (2010) sobre a necessidade de correção das datas de contagem do teste de germinação de sementes de *P. maximum* para um período entre 4 e 6 dias.

O índice de sincronização apresentado na Tabela 5 traz a informação que os dois métodos estudados apresentaram velocidade e distribuição da germinação ao longo do tempo similar, com o mesmo padrão de sincronia. Esta informação também pode ser

verificada no gráfico de frequência relativa (Figura 4), na qual as linhas dos dois métodos de germinação estão sobrepostas, apresentando característica unimodal.

Verificou-se que o tempo médio de germinação, de quatro dias, foi próximo ao período de pico germinativo verificado nas curvas de frequência relativa, para ambas cultivares (Tabela 5, Figura 4).

O tempo médio de germinação é uma característica que costuma ser utilizada como auxílio na interpretação dos dados de frequência relativa da germinação de sementes e o índice de sincronização também deve ser usado nessa interpretação, uma vez que esse índice utiliza a frequência relativa em seus cálculos, tornando-se uma forma de quantificar a sincronia da germinação (Neves, 2018).

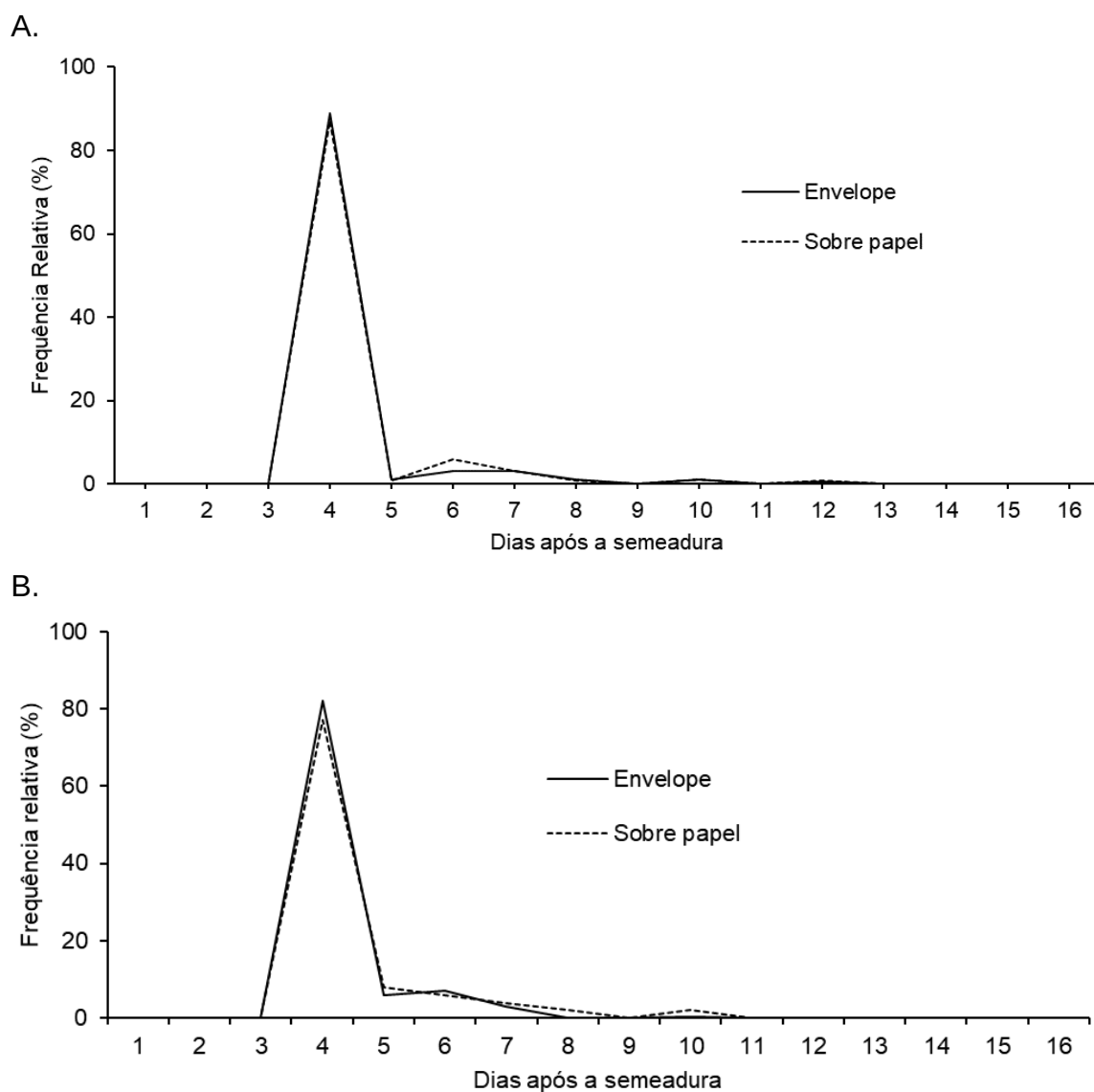


Figura 4. Frequência relativa de germinação de sementes de *Panicum maximum* cvs. Tanzânia (A) e Massai (B) submetidas aos métodos de germinação do envelope e sobre papel.

A distribuição da germinação no tempo é diretamente influenciada pela forma que a semente absorve a água do ambiente (Marcos Filho, 2015; Fernandes et al., 2019). Portanto, sementes oriundas do mesmo lote podem apresentar comportamento distinto a depender do substrato. Assim, o padrão de distribuição da germinação semelhante

obtido em ambos métodos avaliados, valida a utilização do método do envelope para sementes de *P. maximum*.

Os resultados promissores obtidos na presente pesquisa e naquela realizada por Jeromini et al. (2019; 2021) com sementes de cebola e capim-mombassa permitem afirmar que o método do envelope deve ser testado em espécies com sementes de tamanho reduzido e cujo teste de germinação costuma ser realizado pelo método tradicional sobre papel em caixas plásticas transparentes.

As recomendações contidas nas RAS (Brasil, 2009) são periodicamente revistos por uma equipe formada por pesquisadores e profissionais da área de sementes. Porém, as modificações somente podem ser realizadas com base em resultados de pesquisa (Brasil, 2009; Tomaz et al., 2016).

5 CONCLUSÕES

O método do envelope é eficaz para ser utilizado no teste de germinação de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Massai.

O método do envelope deve ser realizado com o papel umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água e na temperatura de 15-35 °C.

De forma geral, o método do envelope é executado de forma mais rápida.

A distribuição da germinação no tempo ocorre de forma similar entre os métodos do envelope e o tradicional sobre papel.

REFERÊNCIAS

Abrasem (Associação Brasileira de Sementes e Mudanças) (2018) Anuário 2018: Ciência e tecnologia.

Almeida REMD, Gomes CM, Lago BC, Oliveira SMD, Pierozan Junior C, Favarin J L (2017) Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 52: 170-176.

Amaro HTR, David AMSS, Cangussú LVS, Rodrigues BRA, Assis MO, Veloso CS (2014) Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de melão. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 1119-1130.

Azeredo GA de, Silva BMSE, Sader R, Matos VP (2010) Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 40: 77-82.

Barbosa JC, Maldonado Júnior W. (2009) **AgroEstat versão 1.0 - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP..

Brasil (2008) **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Brasília: Diário Oficial da União. 23 maio 2008. Seção 1, p. 45.

Brasil (2009) **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA. 399p.

Canto MWD, Barth Neto A, Pancera Júnior EJ, Gasparino E, Boleta VS (2012) Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. **Bragantia** 71: 430-437.

Cardoso ED, Sá ME, Haga KI, Binotti FFS, Nogueira DC, Valerio Filho WV (2014) Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 21-38.

Carvalho MA, Ramos AKB, Braga GJ (2020) **O barato que sai caro: escolha do cultivar forrageiro**. Embrapa notícias. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54160487/artigo---o-barato-que-sai-caro-escolha-do-cultivar-forrageiro>. Acesso em: 29 de dezembro de 2020.

Carvalho NM, Nakagawa J. (2012) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP. 590 p.

Coimbra RDA, Tomaz CDA, Martins CC, Nakagawa J (2007) Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes** 29: 92-97.

Cruz JO, Martins CC, Jeromini TS, Silva GZ (2020) Production fields and physiological quality of *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombasa seeds. **Bioscience Journal** 36: 2050-2059.

Dias MBdeC, Costa KAdP, Severiano EdaC, Bilego UO, Neto AEF, Almeida DP, Brand SC, Vilela L (2020) *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop– livestock system and a second-crop maize system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science** 1–12.

EMBRAPA (1990) Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Capim Tanzânia: Uma opção para a diversificação das pastagens**. Campo Grande:Embrapa (Fôlder).

EMBRAPA (2020a) **Soluções tecnológicas. *Panicum maximum* cv. Massai.** disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/875/panicum-maximum---massai>. Acessado em: 15 de dezembro de 2020

EMBRAPA (2020b) **Soluções tecnológicas. *Panicum maximum* cv. Tanzânia.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/885/panicum-maximumcv-tanzania-1>. Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

Euclides VPB, Costa FP, Motta MC, Flores R, Oliveira MP (2007) Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 1345-1355.

Fernandes RM, Abreu CAA, Pina JC, Oliveira AKM (2019) Seed germination and seedling formation of *Eugenia stictopetala* (Myrtaceae) under different environmental conditions. **Revista Floresta** 49: 869 – 876.

Gaspar-Oliveira CM, Martins CC, Nakagawa J, Tomaz CDA (2007) Manutenção da umidade do substrato durante o teste de germinação de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Sementes** 29: 52-60.

Gaspar-Oliveira CM, Martins CC, Nakagawa J, CAVARIANI, C (2008) Duração do teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes** 30: 30-38.

Gentil DFO, Torres SB (2001) Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes** 23: 113-116.

Gomes RA, Lempp B, Jank L, Carpejani GC, Morais MDG (2011) Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 46: 205-211.

Jank L, Andrade CMS, Barbosa RA, Macedo MCM, Valerio JR, Verzignassi JR, Zimmer AH, Fernandes CD, Santos MF, Resende RMS (2017) O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. **Embrapa Acre-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**.

Jeromini TS, Botassini MP, Barros RT, Martins CC (2021) Envelope method for the germination test of Mombasa grass. **Semina. Ciências Agrárias** 42: 2041-2048.

Jeromini TS, Cruz TA, Pereira TS, Silva GZ, Martins CC (2020) Determinação da metodologia para o teste de germinação de sementes de *Eucalyptus urophylla* ST Blake (Myrtaceae). **Biotemas** 33: 1-8.

Jeromini TS, Muniz RA, Silva GZ, Martins CC (2019) The envelope method and substrate wetting in the germination test of onion seeds. **Revista Ciência Agronômica** 50: 169-176.

Labouriau LG (1983) **Germinação das sementes**. Washington: Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos. 174 p.

Machado CG, Martins CC, Silva GZ, Cruz SCS, Assis RM (2019) Adequacy of methodology for conducting germination test in forage pea seeds. **Bioscience Journal** 35: 367-376.

Maguire JD (1962) Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science** 2: 176-177.

Marcos Filho J (2015) **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. 659p.

Martins CC, Machado G, Avasinir C (2008) Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 863-868.

Martins CC, Bovi MLA, Spiering SH (2009) Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31: 224-230.

Martins CC, Pereira MRR, Lopes MTG (2014) Germinação de sementes de eucalipto sob estresse hídrico e salino. **Bioscience Journal** 30: 318-329.

Melo LF, Martins CC, Silva GZ, Pereira FECB, Jeromini TS (2018) Effects of processing phases on the quality of massai grass seeds. **Revista Ciência Agronômica** 49: 259-266.

Mendonça VZ, Mello LMM, Pereira FCBL, Silva JOR, Yano EH (2014) Corn production for silage intercropped with forage in the farming-cattle breeding integration. **Revista Engenharia agrícola** 34: 738-745.

Neves BR (2018) Condicionamento fisiológico de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Vitória da Conquista: UESB 75p. **Dissertação de mestrado**

Oliveira EP, Silveira LPO, Teodoro PE, Ascoli FG, Torres FE (2014) Efeito do sombreamento e do incrustamento de sementes sobre o desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Bioscience Journal** 30(6).

PEREIRA, FECB. Testes para a avaliação do potencial. fisiológico de sementes de *Panicum maximum* cvs. Mombaça, Massai e Tanzânia. 62p. (Tese de doutorado em Agronomia) UNESP, Jaboticabal, 2018.

Pereira FECB, Martins CC, Jeromini TS, Gomes-Junior FG, Torres SB (2020) Tests to evaluate the physiological potential of Mombasa grass seeds. **Revista Ciência Agronômica** 51: e20186359.

Santana DG, Ranal MA (2004) **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: UnB. 248 p.

Santos PM, Balsalobre MAA, Corsi M (2003) Características morfogenéticas e manejo de capim-tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 991-997.

Sbrussi CAG, Zucareli C (2014) Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 215-226.

Silva GZ, Martins CC, Bruno RLA, Pereira FECB, Jeromini TS (2019a) Multivariate analysis and vigor tests to determine the quality of *Brachiaria decumbens* seeds. **Revista Ciência Agronômica** 50: 291-299.

Silva GZ, Martins CC, NASCIMENTO LC, BARRETO GG, FARIAS OR (2019b) Phytosanitary quality of *Brachiaria brizantha* -BRS Piatã seeds in function of climate conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 23: 237-243.

Silva GZ, Martins CC, Jeromini TS, PEREIRA FECB, Bruno RL (2019c). Production regions, physical and physiological quality of *Brachiaria brizantha* cv. BRS -Piatã seeds. **Revista Ciencia Agronomica** 50: 552-561.

Silva GZ, Martins CC, Cruz JO, Jeromini TS, Bruno RL (2017b) A. Evaluation the physiological quality of *Brachiaria brizantha* cv. BRS 'Piatã' seeds. **Bioscience Journal** 33: 572-580.

Silva GZ, Bruno RLA, Martins CC, Azevedo AIB, Azevedo CF, Lima RS (2017a) Morphoanatomy of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. seedlings submitted to different levels of water in the soil. **Bioscience Journal** 33: 1321-1331.

Silva LFD, Rossetto CAV (2012) Potencial fisiológico de sementes de girassol influenciado pelo umedecimento artificial. **Ciência Rural** 42: 1161-1167.

Silva MCDC, Medeiros AF, Dias DCDS, Alvarenga EM, Coelho FS, Braun H (2011) Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Idesia (Arica)** 29: 39-44.

Silva RC, Grzybowski CRS, Panobianco M (2016) Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica** 47: 491-499.

Souza FHD, Baccarin GMC (2006) Efeitos do grau de umedecimento do substrato sobre a germinação de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em teste de laboratório. In: Simpósio de iniciação científica da EMBRAPA pecuária sudeste, 2006, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste.

Souza GRB, Pereira STS, Costa CRX, Catasse MG, Lopes KF (2015) Temperatura e luz na germinação de *Axonopus affinis*. VII SIGRA - Simpósio sobre Gramados Botucatu – SP, Brasil, 09 a 10 de junho de 2015.

Tiwari G, Duraivadivel P, Sharma S, Hariprasad P (2018) 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase producing beneficial rhizobacteria ameliorate the biomass characters of *Panicum maximum* Jacq. by mitigating drought and salt stress. **Scientific reports** 8: 1-12.

Tomaz CA, Martins CC, Sanches MFG, Vieira RD (2015) Time reduction for surinam grass seed germination test. **Ciência e Agrotecnologia** 39: 488-497.

Tomaz CA, Martins CC, Silva GZ, Vieira RD (2016) Period of time taken by *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick seed to complete germination. **Semina. Ciências Agrárias** 37: 693-700.

Tomaz CDA, Martins CC, Carvalho LRD, Nakagawa J (2010) Duração do teste de germinação do capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Sementes** 32: 80-87.

Torres FE, Silva Filho NM, Teodoro PE, Ribeiro LP, Nascimento JN, Ferreira RS (2015) Crescimento e produção de forragem de cultivares de *Panicum maximum* em função do tipo de semente. **Global Science and Technology** 8: .

Usberti R (1981) Nova metodologia para teste de germinação de sementes de capim-colonião. **Casa da Agricultura** 3: 12-16.

Varela VP, Ramos MBP, Melo MDFF (2005) Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes** 27: 130-135.

Volpe E, Marchetti ME, Macedo MCM, Rosa Júnior EJ (2008) Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico. **Acta Scientiarum Agronomy** 30: 131-138.