

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes
Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Tratamentos Pré-Germinativos Para a Superação de Dormência em Sementes
de *Panicum maximum* Jacq.**

Eunice Sousa Aquino da Silva

Pelotas, 2020

Eunice Sousa Aquino da Silva

**Tratamentos Pré-Germinativos Para a Superação de Dormência em Sementes
de *Panicum maximum* Jacq.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Orientador: Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Co-Orientadora: Daniele Brandstetter Rodrigues

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S111t Silva, Eunice Sousa Aquino da

Tratamentos Pré-Germinativos Para a Superação de
Dormência em Sementes de *Panicum maximum* Jacq. /
Eunice Sousa Aquino da Silva ; Lilian Vanussa Madruga de
Tunes, orientadora ; Daniele Brandstetter Rodrigues,
coorientadora. — Pelotas, 2020.

72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2020.

1. Sementes - Germinação. 2. Mombaça. 3. MG12
paredão. 4. Dormência. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga
de, orient. II. Rodrigues, Daniele Brandstetter, coorient. III.
Título.

CDD : 631.521

Eunice Sousa Aquino da Silva

Tratamentos Pré-Germinativos Para a Superação de Dormência em Sementes de
Panicum maximum Jacq.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em
Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Sementes, Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 05/06/2020.

Banca examinadora:

Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes (Orientador)
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

Dra. Daniele Brandstetter Rodrigues (Co-orientadora)
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas, UFPel.

Prof. Dr. Cassyo de Araujo Rufino
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas,
UFPel.

Dra. Andréia da Silva Almeida
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas, UFPel.

Dra. Andrea Bicca Noguez Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas, UFPel

Ao Thiago, meu melhor amigo e amor,
aos meus pais, meus maiores incentivadores...

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar o prazer de estar vivendo esse momento desafiadoramente gratificante.

Ao Thiago, meu marido e meu melhor amigo, que dividiu (e suportou) comigo todos os momentos com paciência e muitas palavras de incentivo. Obrigada gato, você é uma bênção na minha vida. Te amo!

Aos meus pais, Sr. José Lopes e Sra. Maria da Cruz, que sempre me abençoam com palavras de afirmação, e são minhas melhores referências. Gratidão imensa em tê-los como pais!

À minha irmã Euclemes, pelo incentivo, que mesmo de longe me fortalecia muito, à minha sogra Marilene pelo carinho, cuidado e ajuda, e a toda família pelo apoio. Gratidão!!

À Érica, pela amizade, pelo auxílio nas correções, pelas sugestões de artigos, e por ser minha *“twin sister”*. Obrigada de coração!

À minha orientadora Lilian e minha co-orientadora Dani por todo auxílio e orientação.

À melhor turma de Mestrado (essa minha turma!). Obrigada por todos os momentos de união e parceria. Vocês são sensacionais!

Ao Marcos Póvoas Jucá, obrigada pelo apoio com as sementes.

À minha família LASGAL: Elusa, Marcelo, Suany, Luizinho, Maurício, João, Antônio e Fábria, obrigada pela parceria, compreensão e apoio durante o desenvolvimento dos experimentos. Gratidão imensa!

Ao INDEA e a todos os que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse sonho.

Muito Obrigada!

“A vida é para quem é corajoso o suficiente para se arriscar e humilde o bastante para aprender.”

Clarice Lispector

Resumo

SILVA, Eunice Sousa Aquino. **Tratamentos Pré-Germinativos Para a Superação de Dormência em Sementes de *Panicum maximum* Jacq.** Orientadora: Lilian Vanussa Madruga de Tunes. 2020. 70f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2020.

Este trabalho teve como objetivo verificar os tratamentos pré-germinativos em sementes de *Panicum maximum* que, isolados ou associados, resultassem no melhor potencial germinativo das sementes. Desenvolvido em três capítulos, o trabalho traz no capítulo I experimento organizado em delineamento inteiramente casualizado, fatorial 4x3 (tempos de escarificação com H_2SO_4 : 0;1;3 e 5 minutos) x (temperaturas: 25°C, 30°C e 35°C), dispostos em três repetições com sementes da cultivar Mombaça. Foram verificados os resultados de germinação em primeira contagem (10 Dias Após a Semeadura - DAS e contagens diárias sucessivas até o 28º dia), o índice de velocidade de germinação (IVG) e a viabilidade das sementes remanescentes por meio do teste de tetrazólio. Os resultados demonstraram que a escarificação com H_2SO_4 por 1 minuto foi superior aos demais tratamentos, e não houve interação significativa ao associar a temperatura com o tempo de escarificação. O capítulo II, com o experimento organizado em delineamento inteiramente casualizado, apresentou seis concentrações de KNO_3 (0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4% e 0,5%) dispostas em quatro repetições e utilizando sementes da cultivar Mombaça. Avaliados os resultados de germinação (contagens aos 10, 14, 21 e 28 DAS), IVG e viabilidade de sementes remanescentes com tetrazólio, foi possível depreender que o KNO_3 a 0,1% apresentou-se como melhor tratamento para estimular a germinação das sementes de *P. maximum* cv. Mombaça. No capítulo III foram utilizados os tratamentos que se mostraram superiores nos capítulos I e II organizados em delineamento experimental inteiramente casualizado, fatorial 4x2 (tratamentos pré-germinativos: H_2SO_4 por 1 minuto; KNO_3 a 0,1%; H_2SO_4 + KNO_3 e testemunha – sementes sem tratamento) x (cultivares: Mombaça e MG12 Paredão). Foram avaliados os resultados de germinação com contagens aos 10, 14, 21 e 28 DAS, IVG e a viabilidade das sementes remanescentes por meio do tetrazólio, e concluiu-se que a escarificação com H_2SO_4 não se mostrou eficiente na superação da dormência quando comparado aos demais tratamentos, exceto quando associada à utilização de KNO_3 no substrato; o KNO_3 foi eficiente na superação da dormência e proporcionou excelente desenvolvimento radicular; e a cultivar MG12 Paredão apresentou melhor desempenho diante de todos os tratamentos para superação de dormência.

Palavras-chave: Mombaça. Germinação. MG12 Paredão. Sementes.

Abstract

SILVA, Eunice Sousa Aquino. **Pre-Germinative Treatments To Overcome Dormancy in Seeds of *Panicum maximum* Jacq.** Advisor: Lilian Vanussa Madruga de Tunes. 2020. 70f. Dissertation (Professional Master in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas - RS, 2020.

This work aimed to verify the pre-germinative treatments in *Panicum maximum* seeds that, isolated or associated, would result in the best germinative potential of the seeds. Developed in three chapters, the work brings in Chapter I an organized experiment in a completely randomized design, 4x3 factorial (scarification times with H₂SO₄: 0; 1; 3 and 5 minutes) x (temperatures: 25°C, 30°C and 35°C), arranged in three repetitions with seeds of the cultivar Mombasa. The results of germination in the first count (10 Days After Sowing - DAS and successive daily counts until the 28th day), the germination speed index (IVG) and the viability of the remaining seeds were verified through the tetrazolium test. The results demonstrated that the scarification with H₂SO₄ for 1 minute was superior to the other treatments, and there was no significant interaction when associating the temperature with the scarification time. Chapter II, with the experiment organized in a completely randomized design, presented six concentrations of KNO₃ (0.0%; 0.1%; 0.2%; 0.3%; 0.4% and 0.5%) arranged in four replications and using seeds from the cultivar Mombasa. After evaluating the results of germination (counts at 10, 14, 21 and 28 DAS), IVG and viability of remaining seeds with tetrazolium, it was possible to conclude that 0.1% KNO₃ was the best treatment to stimulate seed germination of *P. maximum* cv. Mombasa. In Chapter III, treatments that were superior in chapters I and II were used, organized in a completely randomized, factorial 4x2 design (pre-germinative treatments: H₂SO₄ for 1 minute; 0.1% KNO₃; H₂SO₄ + KNO₃ and seed control without treatment) x (cultivars: Mombaça and MG12 Paredão). The germination results with counts at 10, 14, 21 and 28 DAS, IVG and the viability of the remaining seeds through tetrazolium were evaluated, and it was concluded that scarification with H₂SO₄ was not efficient in overcoming dormancy when compared to other treatments, except when associated with the use of KNO₃ in the substrate; KNO₃ was efficient in overcoming dormancy and provided excellent root development; and the cultivar MG12 Paredão showed better performance in relation to all treatments to overcome dormancy.

Keywords: Mombaça. Germination. MG12 Paredão. Seeds.

Lista de Figuras

Figura 1	Porcentagem de plântulas normais de <i>Panicum maximum</i> após dez dias de semeadura. Cuiabá, 2020.....	31
Figura 2	Porcentagem de plântulas normais de <i>Panicum maximum</i> em função do tempo de escarificação com H ₂ SO ₄ , após dez dias de semeadura. Cuiabá, 2020.	32
Figura 3	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça submetidas aos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	33
Figura 4	Porcentagem de plântulas normais e anormais, sementes dormentes e mortas de <i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça em função do tempo de exposição ao H ₂ SO ₄ para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	34
Figura 5	Viabilidade das sementes remanescentes de <i>Panicum maximum</i> submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	36
Figura 6	Porcentagem de plântulas normais (1ª contagem e total) e anormais de <i>Panicum maximum</i> submetidas a diferentes concentrações de KNO ₃ para superação da dormência das sementes. Cuiabá, 2020.....	43
Figura 7	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de <i>Panicum maximum</i> submetidas a diferentes concentrações de KNO ₃ para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	45
Figura 8	Porcentagem de sementes dormentes de <i>Panicum maximum</i> submetidas a diferentes concentrações de KNO ₃ . Cuiabá, 2020.....	46
Figura 9	Viabilidade de sementes remanescentes do teste de germinação de <i>Panicum maximum</i> submetidas a diferentes concentrações de KNO ₃ . Cuiabá, 2020.....	48
Figura 10	Porcentagem de sementes mortas de <i>Panicum maximum</i> submetidas a diferentes concentrações de KNO ₃ . Cuiabá, 2020.....	49

Figura 11	Germinação de sementes (1ª contagem e total) de <i>Panicum maximum</i> , cv. Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	56
Figura 12	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Panicum maximum</i> cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	59
Figura 13	Porcentagem de plântulas anormais observados no teste de germinação de sementes de <i>Panicum maximum</i> cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	60
Figura 14	Porcentagem de sementes dormentes de <i>Panicum maximum</i> cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	61
Figura 15	Porcentagem de sementes mortas/inviáveis de <i>Panicum maximum</i> cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	61
Figura 16	Médias dos resultados do Teste de Tetrazólio em sementes remanescentes de <i>Panicum maximum</i> , cultivares Mombaça e MG12 Paredão. Cuiabá, 2020.....	63

Lista de Tabelas

Tabela 1	Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de <i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça.....	29
Tabela 2	Resultados de viabilidade das sementes remanescentes de <i>Panicum maximum</i> em cada tratamento submetidas ao teste de tetrazólio após o teste de germinação (com 28 dias de duração)....	35
Tabela 3	Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de <i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça.....	41
Tabela 4	Sementes remanescentes de <i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça ao fim do teste de germinação (28 DAS). Cuiabá, 2020.	47
Tabela 5	Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de <i>Panicum maximum</i> , cultivares Mombaça e MG12 Paredão.....	53
Tabela 6	Variáveis-resposta de sementes de <i>Panicum maximum</i> , cultivares Mombaça e MG12 Paredão, submetidas aos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.....	55
Tabela 7	Sementes remanescentes de <i>Panicum maximum</i> , cultivares Mombaça e MG12 Paredão ao fim do teste de germinação (28 DAS). Cuiabá, 2020.....	63

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1 <i>Panicum maximum</i> : origem e caracterização.....	18
1.2 O Mercado de Sementes de Forrageiras.....	19
1.3 Dormência de Sementes.....	22
2 CAPÍTULO I - Temperatura e tempo de exposição na escarificação química com Ácido Sulfúrico para a superação de dormência de sementes	26
<i>Panicum maximum</i> , cultivar Mombaça.....	
2.1 Introdução.....	26
2.2 Material e Métodos.....	28
2.3 Resultados e Discussão.....	30
2.4 Conclusões.....	37
3 CAPÍTULO II - Concentração de Nitrato de Potássio na superação da dormência de sementes de <i>Panicum maximum</i>, cultivar Mombaça.....	38
3.1 Introdução.....	38
3.2 Material e Métodos.....	40
3.3 Resultados e Discussão.....	42
3.4 Conclusão.....	49
4 CAPÍTULO III - Ácido sulfúrico e Nitrato de Potássio na superação da dormência de sementes de <i>Panicum maximum</i>, cultivares Mombaça e MG12	50
Paredão.....	
4.1 Introdução.....	50
4.2 Material e Métodos.....	52
4.3 Resultados e Discussão.....	55
4.4 Conclusões.....	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

1 Introdução Geral

A produção de forrageiras de clima tropical tem sido ressaltada nos últimos anos, pelo elevado potencial de produção e adaptação ao pastejo. Diversas são as espécies de gramíneas forrageiras tropicais que se apresentam como opções para a formação de pastagens no Brasil. As dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* são predominantes em áreas cultivadas no país e têm se estabelecido pela alta produtividade e pela capacidade de adaptação ao pastejo e às diversas condições ambientais e de manejo, que lhes são peculiares (KARAN et al., 2009). De maneira geral ambos os gêneros possuem bom potencial de produção e são bem adaptados as condições climáticas e de solo das regiões tropicais. As forrageiras do gênero *Panicum* podem apresentar algumas limitações e dificuldades para serem manejadas sob lotação contínua, então prevalece de forma geral, a recomendação de uso na forma de pastejo sob lotação intermitente e são plantas que requerem solos com boa fertilidade. Dentre os diversos cultivares, o *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça) e cv. Tanzânia (capim-tanzânia) são de destaque nas áreas de pastagens cultivadas do país (SILVA, 2004 *apud* CAVALLI, 2016).

O aumento da área de pastagens cultivadas no Brasil foi, a princípio, muitas vezes feito à base da multiplicação vegetativa das forrageiras eleitas pelos pecuaristas. Tal foi o caso do *Panicum maximum* cv. Colômbio e, mais recentemente, espécies do gênero *Brachiaria*. O desconhecimento de técnicas que possibilitassem a produção de sementes destas espécies, em escala comercial, foi o grande responsável por esta situação (SOUZA, 1980).

O gênero *Panicum* é caracterizado por sua alta capacidade de produção de matéria seca, aceitabilidade pelos animais, qualidade de forragem e facilidade de estabelecimento, fatores que o tornaram altamente valorizado no Brasil e em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (VALENTIN et al., 2001). No entanto, para estabelecer pastagem com elevada produtividade, é importante a utilização de sementes com procedência e boa qualidade.

Considerando que o uso de sementes de boa qualidade é um fator essencial para o estabelecimento tanto de forrageiras como de quaisquer culturas, é perceptível por parte do mercado consumidor uma exigência crescente. A certificação de sementes de forrageiras serviu de base para o profissionalismo dos pecuaristas e mais atenção das empresas na obtenção de sementes com padrão de

qualidade para comercialização, sendo eles: a pureza física, a viabilidade e/ou a porcentagem de germinação de sementes. Nesse contexto, analisando o custo total para a implantação de uma pastagem, nota-se que o custo para a aquisição da semente é relativamente baixo, ao passo que adquirir sementes de qualidade inferior para reduzir os custos, pode levar o produtor a ter prejuízos com proliferação de pragas, doenças e o risco de baixa produtividade (PÁDUA, 2015).

Tendo em vista a necessidade de garantir que o mercado disponibilize sementes com padrão de qualidade, a legislação estabelece os padrões mínimos de qualidade para a comercialização de sementes. A fiscalização desse padrão é designada aos Órgãos Estaduais de Defesa Agropecuária que coletam amostras e encaminham aos Laboratórios Oficiais de Análise de Sementes credenciados pelo Ministério da Agricultura e a partir dos Boletins Oficiais de Análise de Sementes constata a qualidade das sementes comercializadas.

A avaliação da qualidade das sementes realizada nos laboratórios obedece às diretrizes das Regras para Análise de Sementes (RAS) estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Assim, são também padronizados os testes a serem realizados, as condições de substrato, umidade e aeração, temperatura, luz, métodos para superação de dormência, duração dos testes, interpretação e apresentação dos resultados (BRASIL, 2009).

O MAPA estabelece padrões de qualidade, e esses padrões são definidos como o conjunto dos atributos de qualidade que permitem garantir a origem genética, a qualidade física, fisiológica e sanitária, além de apresentar informações que são necessárias à identificação de sementes, incluindo a identidade genética (BRASIL, 2003). Todos esses critérios são os atributos de um lote de sementes de qualidade.

As espécies vegetais desenvolveram, ao longo da sua evolução, mecanismos de defesa às variações ambientais, destacando-se a dormência, mecanismo que possibilita a probabilidade de perpetuação das espécies. Em sementes de forrageiras tropicais, é notado que a dormência é o principal fator da baixa germinação de sementes, com destaque para a dormência não fisiológica (CARDOSO et al., 2014).

A dormência está inserida como parte do atributo fisiológico da semente, caracterizada pelo estágio no qual uma semente viva se encontra quando se fornecem todas as condições adequadas para a germinação e a mesma não

germina. É expressa em porcentagem e é mais acentuada em algumas espécies do que em outras. Por exemplo, em sementes de forrageiras e de plantas daninhas, o percentual pode alcançar 50% das sementes do lote (MARCOS FILHO, 2015). Marcos Filho (1987) ainda ressalta que a dormência é uma proteção natural da planta para que a espécie não se extinga em situações adversas (umidade, temperatura, etc.). Essa característica pode ser encarada como benéfica ou não, de acordo com a situação em questão. No caso de sementes de plantas daninhas, é considerada ruim para o agricultor, pois dificulta o seu controle, uma vez que algumas sementes podem ficar dormentes por vários anos no solo. Em forrageiras, o estágio de dormência é benéfico, pois possibilita a ressemeadura natural. Outro exemplo benéfico da dormência é o caso de sementes duras de soja que podem ficar no campo aguardando a colheita com um mínimo de deterioração.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), são reconhecidos dois tipos de dormência: natural ou primária e induzida ou secundária. A dormência primária é uma característica da espécie e ocorre quando as sementes são produzidas, sendo instalada na fase de maturação da semente, ou, em outras palavras, é um fenômeno geneticamente programado para surgir e se desenvolver juntamente com a semente; enquanto a dormência secundária ocorre por efeito de uma condição ambiental especial (altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar ou a associação desses fatores). E ambas se distribuem com diferentes intensidades. Nesse contexto, Carvalho e Nakagawa (2000) descrevem três mecanismos de dormência que, integrados com as estruturas da semente e associados a agentes ambientais, podem: controlar a entrada de água no interior da semente (papel desempenhado pela casca que é recoberta ou constituída de substâncias que podem obstrar a entrada de água); controlar o desenvolvimento do eixo embrionário (quando a semente, apesar de ter atingido o ponto de maturidade, apresenta-se com o embrião parcialmente desenvolvido, não germinando mesmo em substrato apropriado, constituindo assim em um meio de distribuição da germinação ao longo do tempo); controlar o equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento (quando substâncias localizadas em diferentes tecidos e associadas a diferentes sistemas da semente determinam comportamentos específicos como exigências especiais em luz ou em temperaturas ou condições de umidade).

Assim, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009) dentre as formas que podem ser adotadas para a superação de dormência,

citam-se para dormência fisiológica: o armazenamento em locais secos por um curto período, pré-esfriamento, pré-aquecimento, nitrato de potássio, ácido giberélico, germinação a baixa temperatura e exposição à luz; para dormência física: embebição, escarificação mecânica ou escarificação química; ou ainda se houver a presença de substâncias inibidoras, realizar a lavagem prévia das sementes ou a remoção das estruturas que envolvem as sementes.

As RAS (BRASIL, 2009) recomendam a utilização de ácido sulfúrico e nitrato de potássio, como tratamento para superação de dormência em sementes de *Panicum maximum*. E o teste de germinação para essa espécie tem a duração de 28 dias, com possibilidade de prolongar por mais 7 dias, caso algumas sementes apenas iniciaram a germinação. Em contrapartida, o teste pode ser encerrado antes do tempo indicado, quando já foi obtida a germinação máxima. De qualquer modo, o teste de germinação em sementes de forrageiras é considerado muito longo para os produtores, seja no controle interno de qualidade nas diversas fases até a determinação dos lotes, seja para a comercialização dos lotes de sementes com base nos resultados do teste de germinação.

Há disponíveis na literatura técnico científica, informações sobre o tempo total para o teste de germinação de espécies forrageiras e indicações de que esse tempo pode ser menor do que é recomendado nas RAS. Tomaz (2009) constatou que a cultivar Tanzânia apresentou maior índice germinativo com quatro dias de teste, utilizando KNO₃ no substrato para superação de dormência, e temperatura alternada de 15-35°C com 16-8h de luz; enquanto Gaspar-Oliveira (2008) verificou que o teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu pôde ser concluído em 11 dias, independentemente do método de superação de dormência e temperatura.

1.1 *Panicum maximum*: origem e caracterização

O *Panicum maximum* Jacq, planta angiosperma, monocotiledônea, classificada na família Poaceae, conhecido como capim colônia é originário da África. Trata-se de uma planta perene que forma touceiras grandes e densas, podendo atingir até três metros de altura. Exige altas temperaturas e umidade para crescimento, é pouco resistente a geadas, tem resistência regular à seca e não é resistente ao fogo. Apresenta crescimento limitado em solos inundados ou excessivamente úmidos, é exigente em solo, tendo maior adaptação nos arenosos férteis, em regiões com boa precipitação (VILELA, 2009).

Os primeiros exemplares dessa espécie vieram da África Ocidental nos navios negreiros, onde eram utilizados como cama para os escravos, e uma vez introduzida no Brasil, se alastraram rapidamente, dando origem à primeira cultivar: o Colônia, que revolucionou a pecuária nacional por suas características de adaptabilidade, elevada qualidade e produção de uma grande quantidade de sementes, mesmo após a introdução de outros materiais estrangeiros como o Sempre Verde, Guiné, Guinezinho, Makueni, Embu, entre outros. Nenhuma destas, entretanto, revolucionou a pecuária nacional tanto quanto o Colônia, uma vez que a cultivar, além de ser muito produtiva, e de excelente qualidade, é altamente adaptada às diferentes condições de solo e clima e produz grandes quantidades de sementes (JANK, 2003).

O capim colônia sempre despertou interesse entre pesquisadores, devido à alta produtividade e ampla adaptabilidade. Entretanto, por se tratar de uma espécie cespitosa, seu manejo requer maior cuidado devido à rápida elevação do meristema apical. Muitas vezes, o insucesso em áreas manejadas com colônia se deve ao desconhecimento da fisiologia e estrutura da espécie, sendo, portanto, o conhecimento das características morfológicas e fisiológicas das cultivares de *Panicum maximum* essencial para estabelecer normas adequadas de manejo visando à perenidade da área formada e manejada (NERES et al., 2008).

A espécie *Panicum maximum* sempre esteve em destaque no Brasil por ser uma forrageira altamente produtiva, de ótima qualidade e adaptada a várias regiões do país. O capim Colônia teve destaque na agropecuária brasileira por ser responsável por grande parte da engorda de bovinos no país nas décadas de 60 a 80, por ser precursor da pecuária na Amazônia e por sua grande adaptação, sendo

muitas vezes considerado nativo. Além destes pontos, é uma forrageira com bons resultados produtivos em outras categorias animais, como eqüinos e ovinos, contrariamente às brachiarias, que não são ingeridas por estes animais (JANK, 2003).

A primeira cultivar introduzida no Brasil foi a Tobiatã (1978), seguida pelas cultivares Tanzânia-1 e Mombaça (1982), pertencentes a grupos apomíticos coletados no Quênia e Tanzânia, oriundos da coleção Francesa e lançadas no Brasil. Na década de 80 foram lançadas as primeiras cultivares de *P. maximum* resultantes de trabalhos de melhoramento genético e/ou seleção realizados no Brasil. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou as cultivares Centenário e Centauro em 1986 e 1988, respectivamente. A última cv. lançada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), foi a Massai, em 2001, uma nova opção forrageira morfológicamente muito distinta das demais cultivares da espécie existentes no mercado, sendo um híbrido espontâneo entre *P. maximum* e *P. infestum*. (HERLING et al., 2001, *apud* SOUZA, 2010). Enfim, os programas de melhoramento genético no Brasil atualmente trabalham para possibilitar o lançamento de diversas novas cultivares.

De acordo com José (2016), as variedades de forrageiras tropicais introduzidas no Brasil têm mostrado uma versatilidade edafoclimática notável, o que atesta a ampla adaptabilidade genotípica dessas espécies, sendo, por décadas responsáveis por assegurar a produção animal de certa forma lucrativa, resistindo ao manejo inadequado e às restrições bióticas e abióticas. Entretanto, o atual cenário não é confortável devido aos significativos índices de degradação e falta de opção na diversificação das pastagens. Portanto, novas cultivares deverão vir das seleções e cruzamentos das coleções de germoplasma considerando os méritos e características específicas entre gêneros e espécies.

1.2 O Mercado de Sementes de Forrageiras

No decorrer dos anos, o setor sementeiro de espécies forrageiras tropicais se destaca no sentido de ampliar as áreas de produção introduzindo novas práticas e tecnologias para aumentar a produtividade dos campos de produção, aliando isso ao uso de novas cultivares e híbridos de alto valor agregado, muito embora haja uma distância considerável entre o lançamento e a adoção das tecnologias pelo

agropecuária. O mercado legal de sementes de pasto tropical movimenta mais de R\$ 1,4 bilhão ao ano, superando 120 mil toneladas de sementes puras e viáveis por ano, que utilizam ao menos 160 mil hectares de campos de produção, de acordo com o Anuário Brasileiro de Sementes de 2019 (KIST, 2019). Nos últimos cinco anos, as áreas formais de produção de sementes das principais espécies forrageiras cresceram 70%, chegando a uma área de 216 mil ha, com incremento de 80% na produção (passando de 35 para 63 mil toneladas de sementes puras). Nesse cenário, as cultivares que merecem destaque continuam sendo *Brachiaria brizantha* – Marandu e *Panicum maximum* – Mombaça, ambos introduzidos pela Embrapa na década de 80, e representando até aqui próximo de 51% da oferta de sementes ao mercado (JOSÉ, 2016).

Atualmente, o *P. maximum* movimenta 11% do mercado de sementes de forrageiras no país, ou seja, em torno de U\$ 27,5 milhões, dos quais U\$ 25 milhões são referentes às cultivares Tanzânia-1 e Mombaça (ANDRADE et al., 2001, *apud* TOMAZ, 2009).

As gramíneas do gênero *Panicum* são as mais produtivas forrageiras tropicais propagadas por sementes, apresentando alta produtividade de folhas, porte elevado, bom valor nutricional e alta aceitabilidade pelos animais, proporcionando bom desempenho aos animais quando bem manejadas. Suas boas características agrônomicas despertaram o interesse dos pecuaristas, e atualmente essas forrageiras ocupam o segundo lugar em área de pastagens cultivadas no país, ficando atrás apenas das gramíneas do gênero *Brachiaria* (JANK et al., 2010 *apud* NASCIMENTO, 2014).

O adequado suprimento de sementes de forrageiras, de boa qualidade, a preços razoáveis, é muito mais uma questão de atitude do que de técnica. O aumento da área de pastagens cultivadas no Brasil foi, a princípio, muitas vezes feito à base da multiplicação vegetativa das forrageiras eleitas pelos pecuaristas. Tal foi o caso do *Panicum maximum* cv. Colômbio e, mais recentemente, espécies do gênero *Brachiaria*. O desconhecimento de técnicas que possibilitassem a produção de sementes destas espécies, em escala comercial, foi o grande responsável por esta situação (SOUZA, 1980).

No mercado de sementes forrageiras a produção e comercialização de sementes piratas ainda é muito comum no Brasil. Segundo levantamentos da Unipasto (Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras),

estas sementes já ocupam 30% do mercado de sementes forrageiras tropicais. Porcentagem alta considerando que esse mercado movimentava aproximadamente R\$ 1 bilhão por ano e que representa cerca de 20% do mercado formal de sementes no Brasil (CHIARI, 2015).

Para ser considerada de alta qualidade, a semente deve possuir atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que lhe conferem a garantia de um elevado desempenho agrônomo. Então, tratando-se de sementes de qualidade, esperam-se altas taxas de vigor, de germinação e de sanidade, bem como garantia de purezas física e varietal, e ausência de contaminantes. Esses atributos sofrem influência desde o campo, colheita, beneficiamento, armazenamento e distribuição, sendo necessário estabelecer um rígido controle de qualidade, visando garantir a qualidade do lote e assegurar ao agricultor o estabelecimento de um estande uniforme e de alto vigor (FUNDAÇÃO RIO VERDE, 2014).

As adversidades climáticas recorrentes nos polos regionais de produção de sementes aliado aos preços da arroba do boi e commodities agrícolas têm influenciado o setor sementeiro no sentido de gerar instabilidade na produção, por meio da alternância de bons e maus resultados. Em média, o setor fatura R\$1,0 bilhão, sendo 15% disso oriundos da exportação de cultivares principalmente para países da América Latina (JOSÉ, 2016).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Sementes de 2019, o Brasil é um dos raros países com programa de melhoramento genético de forrageiras, exportadores de tecnologia. Difundidas a partir dos anos 1970, com base em gramíneas africanas, as forrageiras chegaram oficialmente à pesquisa na década de 1980 como coleções que formaram os bancos ativos de germoplasma na Embrapa. Atualmente, mais de 3 mil tipos de espécies e subespécies formam essa reserva genética, considerando variedades tropicais e de clima temperado. Entretanto, apesar disso, o país tem de evoluir na área, o que demanda estrutura e investimentos, a exemplo do que houve com a soja e o milho, até porque as demandas são regionalizadas e quase todos querem variedades não resistentes a herbicidas para não interferirem em culturas de integração ou rotação. Sendo assim, a partir das transformações pelas quais a cadeia produtiva de sementes de forrageiras passou nos últimos anos, o uso de técnicas rudimentares, com baixo controle, perdeu espaço por conta de um consumidor exigente e consciente da importância da qualidade das sementes. Os

sistemas de produção têm se especializado e, em consequência, demandado novas tecnologias.

A demanda anual por sementes certificadas de espécies forrageiras tropicais no Brasil chega a 50 mil toneladas, das quais 75% destinam-se ao mercado interno e 25% para exportação. Esses números demonstram a importância dessa atividade para o agronegócio brasileiro e, dá uma ideia do prejuízo que o mercado de sementes forrageiras piratas (ou seja, sementes vendidas no mercado informal, sem certificado de origem e validade, geralmente comercializadas entre os próprios produtores ou por fornecedores descredenciados e falsificadores) traz para toda a cadeia produtiva (CHIARI, 2015). Nesse contexto, a Lei de Proteção de Cultivares e Acesso a Recursos Genéticos tramita incessantemente dentro do setor sementeiro nacional, com a expectativa de combater com eficiência a pirataria de sementes, além de melhorar a dinâmica no melhoramento de espécies nativas (JOSÉ, 2016).

Entretanto, de acordo com Chiari (2015) estabelece-se como critério para aquisição de sementes, o preço em detrimento da qualidade. Isso leva a perda de mercado dos produtores de sementes, e, por consequência, leva prejuízos ao pecuarista, haja vista que a aquisição de sementes de baixa qualidade compromete a formação e a qualidade das pastagens, o que compromete o desempenho do rebanho.

Assim, mesmo sendo referência mundial, um desafio do setor produtivo de sementes de forrageiras é evoluir também em termos de manejo das pastagens e do solo, visando melhor aproveitamento do potencial produtivo das cultivares e das áreas e recuperação de terrenos degradados. Nem mesmo a melhor semente dá resultado sem um solo e os cuidados necessários para o desenvolvimento das plantas, e além disso, cabe ressaltar que é necessário que todos os atores dessa cadeia atuem juntos mitigando a produção e o comércio ilegal de sementes (KIST, 2019).

1.3 Dormência de Sementes

De acordo com as RAS (BRASIL, 2009), sementes dormentes são as sementes que embora viáveis não germinam, mesmo quando colocadas nas condições especificadas para o processo germinativo, sendo algumas capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste.

Quanto aos mecanismos de dormência, Bewley & Black (1982) citados por Cardoso (2009) reconheceram basicamente dois tipos: dormência do embrião e dormência imposta pelos envoltórios (ou de cobertura). No primeiro tipo estariam incluídos os casos de inibição metabólica e imaturidade do embrião, enquanto que o segundo tipo incluiria os casos de impermeabilidade dos tegumentos, presença de inibidores e restrição mecânica, entre outros.

A dormência pode ser classificada como física, fisiológica ou ainda resultante da ação de substâncias inibidoras, como descrito a seguir:

- a) Dormência física: apresenta-se quando o tegumento que recobre a semente é duro e não permite a entrada de oxigênio e água nesta área. Pode-se superar esta situação, com a remoção da barreira. A germinação das sementes de forrageiras, por exemplo, pode ser afetada por dormência física, pois as cariopses são firmemente, envolvidas pela lema e pálea duras que impedem a absorção da água, de forma rápida e eficiente;
- b) Dormência fisiológica: esta se apresenta quando um fator fisiológico impede o crescimento da planta (embrião latente). Este fator é próprio das espécies para sua preservação. Ela pode ser superada por estimulantes hormonais;
- c) Dormência hormonal ou de inibidores: Deve-se à presença de hormônios que podem ser eliminados pela água (mesmo a de chuvas) (VILELA, 2009).

Alguns tratamentos específicos podem ser usados para se obter a germinação máxima em sementes que apresentam dormência, e tais tratamentos podem ser feitos antes do início do teste de germinação ou depois, apenas nas sementes que permaneceram duras ao final do teste (BRASIL, 2009).

Os métodos recomendados para a superação de dormência em sementes de gramíneas são os tratamentos químicos, escarificação mecânica e tratamentos térmicos com o uso de temperaturas elevadas, sendo que a eficiência de cada tratamento é variável segundo a espécie (PORTO et al., 2012).

Cardoso (2009) sensatamente afirma que o conceito de dormência ainda carrega ambiguidades que só serão esclarecidas na medida em que outros critérios, que não apenas a germinação sejam aplicados em sua definição, haja vista que

atualmente, parece-nos mais fácil reconhecer uma semente dormente do que definir dormência, ou vice-versa, dependendo do pesquisador.

Mais do que a simples ausência de germinação, a dormência pode ser considerada uma modalidade de desenvolvimento e, como tal, passível de controle em nível metabólico e genômico (LABOURIAU, 1983 *apud* CARDOSO, 2009). Portanto, tanto a indução como a interrupção da dormência devem estar atreladas a uma sequência de processos parciais com distintos fatores regulatórios, do mesmo modo que bloqueios à germinação também podem ocorrer ao longo de uma sequência de processos. Isso desafia os pesquisadores a estabelecerem critérios para distinguir processos de superação de dormência daqueles da germinação, ou seja, estabelecer um limite entre o fim da dormência e o começo da germinação. Reconhecendo-se o caráter indutivo da dormência, ou seja, ela surge (é induzida) em uma determinada etapa do desenvolvimento e em um determinado espectro de condições ambientais, essa pode ser inicialmente classificada em: primária, que se instala durante o desenvolvimento da semente na planta-mãe e; secundária, que se estabelece na semente após sua liberação (CARDOSO, 2009).

Porto et al. (2012) destacam que o período de dormência da semente é bastante variável podendo ser de poucos dias a alguns meses ou estender-se por vários anos; porém, de qualquer maneira, o fenômeno torna-se menos intenso com o decorrer do tempo. O estudo de alternativas para a superação da dormência em sementes pode contribuir para o desenvolvimento de métodos que permitam a comercialização de sementes com dormência parcial ou totalmente eliminada. No entanto, o estado do conhecimento em sementes de gramíneas forrageiras tropicais não oferece segurança para orientar, de modo conclusivo, definições de procedimentos capazes de impedir a expressão da sua dormência no estabelecimento de pastagens. É importante ressaltar que aguardar o período de armazenamento das sementes para que ocorra a superação natural da dormência pode implicar em perdas econômicas visto que o atraso no estabelecimento da pastagem gera prejuízos à pecuária, destacando-se também o maior tempo gasto para a formação das pastagens. Os métodos usados para superação de dormência de sementes de forrageiras, tais como alternância de temperatura, ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) e nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2% ainda não são totalmente eficazes, restando ainda sementes firmes no final do teste. Esses tratamentos voltados à redução de dormência podem gerar efeitos negativos à germinação e ao

desenvolvimento das plântulas, além de, no caso da utilização de ácido sulfúrico, haver o risco de acidente e prejuízos à saúde dos trabalhadores que manipularem esse ingrediente.

Portanto, atualmente a dormência ainda é relacionada à capacidade ou potencial da semente de produzir plântulas num prazo considerado razoável ou ideal por aquele que semeou. É certo que pesquisas são necessárias para enriquecer o referencial teórico a respeito de técnicas e novos conhecimentos a respeito dos mecanismos envolvidos no controle e superação da dormência. Assim, as definições e os métodos poderão ser embasados em critérios menos arbitrários, e a comparabilidade dos resultados mais lógica (CARDOSO, 2009).

Sendo assim, o presente trabalho traz no primeiro capítulo o objetivo de combinar tempo de escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4) com diferentes temperaturas, que possa proporcionar o melhor potencial germinativo em um período de menor duração do teste de germinação em sementes de *Panicum maximum* cultivar Mombaça; no segundo capítulo busca-se verificar a concentração da solução de Nitrato de Potássio (KNO_3) que resulte na superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, proporcionando melhor potencial germinativo; e no terceiro capítulo, busca-se utilizar os melhores tratamentos resultantes dos capítulos anteriores e aplicá-los às cultivares Mombaça e MG12 Paredão da espécie *Panicum maximum*.

2 CAPÍTULO I

Temperatura e tempo de escarificação química com Ácido Sulfúrico para a superação de dormência de sementes *Panicum maximum*, cultivar Mombaça

2.1 Introdução

A dormência das sementes é uma das principais habilidades das espécies vegetais para garantir sua sobrevivência e perpetuação no ambiente, sendo intimamente relacionada com a duração do ciclo e rusticidade da espécie. Logo, trata-se de um fenômeno em que a semente, mesmo viável e diante de todas as condições ambientais favoráveis para que o processo germinativo se inicie, não germina (MCIVOR & HOWDEN, 2000; AZANIA et al., 2009; PESKE et al., 2019).

Tal mecanismo apresenta peculiaridades para as diferentes espécies, por isso não é possível generalizar sobre suas causas, as quais podem ocorrer isolada ou simultaneamente ou, ainda, combinadas, como acontece com as gramíneas forrageiras (PREVIERO et al., 1998 *apud* MESCHEDE et al., 2004). Cicero (1986) *apud* Toledo et al. (1995), relatou que existem evidências de que sementes de *Panicum* spp. e de *Brachiaria* spp. apresentam combinação de causas, quais sejam: embriões imaturos, impermeabilidade a gases e inibidores de germinação. Para distintas causas, diferentes tratamentos podem ser utilizados para superar a dormência e, entre eles, pode-se citar a elevação da temperatura, até certos limites, ou a imersão de sementes em ácido sulfúrico (SANTOS et al., 2011).

Nas gramíneas forrageiras tropicais, a expressão da dormência se associa às causas fisiológicas presentes em sementes recém-colhidas, progressivamente suprimidas durante o armazenamento, ou às causas físicas, provavelmente relacionadas às restrições impostas pela cobertura da semente à entrada de oxigênio (WHITEMAN; MENDRA, 1982 *apud* SANTOS et al., 2011).

Portanto, o estudo de alternativas para a superação da dormência pode ser útil na avaliação da qualidade fisiológica de sementes em laboratório, e, principalmente, contribuir para o desenvolvimento de métodos que permitam a comercialização de sementes com dormência parcial ou totalmente eliminada (MARTINS & SILVA, 2001).

Martins e Silva (2001) ainda afirmam que a escarificação química, é um método utilizado como alternativa para a superação de dormência, usado na maioria dos lotes comercializados para as exportações, entretanto apresenta riscos operacionais aos trabalhadores, polui o ambiente, e, além disso, pode promover danos qualitativos às sementes. Contudo, como o revestimento das sementes pelas glumas é um dos fatores que levam ao impedimento da germinação (CÂMARA & STACCIARINI-SERAPHIN, 2002), as Regras para Análise de Sementes (RAS) recomendam escarificar as sementes de *Panicum maximum* com ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado por até 5 minutos com o objetivo de superação da dormência física (BRASIL, 2009).

Alguns métodos são recomendados para a superação total da “dureza” das sementes, como os tratamentos químicos, escarificação mecânica e tratamentos térmicos, com o uso de temperaturas elevadas. A eficiência de cada tratamento é variável segundo a espécie (ALENCAR et al, 2009). Lacerda et al (2010) citando Garcia; Baseggio (1999), afirmam que as espécies de clima tropical respondem mais a métodos onde são utilizadas a exposição ao calor, visto que tratamentos de superação de dormência devem simular as condições ambientais pelas quais passam as sementes em seu “habitat” natural. Entretanto, ainda pairam dúvidas relacionadas à quantidade de calor necessária para as diferentes espécies. Goedert (1985), também citado por Lacerda et al (2010) relatou a eficiência da aplicação de compostos químicos na superação de dormência de *Brachiaria decumbens*. Além disso, revelou que a eficiência da escarificação de sementes de braquiárias com ácido sulfúrico pode apresentar resultados variáveis conforme a espécie. (LACERDA et al., 2010).

Nesse contexto, utilizando informações a respeito da eficiência do tratamento térmico e da escarificação química na superação da dormência de sementes de forrageiras tropicais, com este trabalho objetivou-se verificar se o tempo de escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4), combinado com diferentes temperaturas proporciona melhor potencial germinativo em um período de menor duração do teste de germinação em sementes de *Panicum maximum* cultivar Mombaça.

2.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Oficial de Análise de Sementes “Guilherme de Abreu Lima” (LASGAL) do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA/MT, na cidade de Cuiabá-MT, no período de novembro a dezembro de 2019.

Foram utilizadas sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, provenientes das colheitas efetuadas na safra 2019, do município de Aurifloma-SP, categoria S2. Ao serem recebidas no LASGAL (como análise prévia e sem emissão de Boletim Oficial), as sementes foram submetidas à análise de pureza, determinação de outras sementes por número e viabilidade, visando à verificação da qualidade inicial das sementes. Os resultados demonstraram que as sementes apresentavam 94% de viabilidade pelo teste de tetrazólio, pureza de 97,4%, e sem a presença de sementes nocivas toleradas ou proibidas. Realizadas as análises as sementes foram então armazenadas em câmara seca com temperatura e umidade controladas (sendo a média de temperatura de 20°C e umidade de 50%), durante 60 dias antes de serem submetidas aos tratamentos realizados nesse experimento.

O trabalho foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x3, sendo quatro níveis “tempos” de exposição ao ácido sulfúrico (0, 1, 3 e 5 minutos) e 3 temperaturas (25°C, 30°C e 35°C), totalizando 12 tratamentos distribuídos em 3 repetições que resultaram em 36 unidades experimentais.

Para instalação do experimento as amostras de sementes foram homogeneizadas, submetidas à limpeza em peneiras e passagem em assoprador pneumático, complementada por separação manual para a obtenção de sementes puras que foram utilizadas nos tratamentos, segundo a rotina do LASGAL e conforme os procedimentos previstos nas Regras Brasileiras para Análise de Sementes – RAS.

A partir das sementes puras, foram separadas subamostras de 100 sementes em cada unidade experimental, as quais foram submetidas aos seguintes tratamentos: submissão das sementes a nenhum tipo de condicionamento (sementes sem tratamento); exposição das sementes à escarificação química com ácido sulfúrico por 1 minuto, 3 minutos e 5 minutos, em germinador com temperatura controlada a 25°C, 30°C e 35°C. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
T1	Sem H ₂ SO ₄ a 25°C
T2	Sem H ₂ SO ₄ a 30°C
T3	Sem H ₂ SO ₄ a 35°C
T4	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 1 minuto a 25°C.
T5	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 1 minuto a 30°C.
T6	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 1 minuto a 35°C.
T7	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 3 minutos a 25°C.
T8	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 3 minutos a 30°C.
T9	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 3 minutos a 35°C.
T10	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 5 minutos a 25°C.
T11	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 5 minutos a 30°C.
T12	Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 5 minutos a 35°C.

As variáveis-resposta nesse estudo foram:

a) Índice de Velocidade de germinação (IVG): determinado mediante contagem diária a partir da primeira contagem, do número de plântulas normais e o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962), *apud* Nakagawa (1999); onde:

$$IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

IVE = índice velocidade de emergência;

E1, E2,... En = número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2,... Nn = número de dias decorridos da semeadura, da primeira até a última contagem.

b) Germinação: as sementes após serem submetidas aos tratamentos foram dispostas em caixas plásticas do tipo “gerbox” sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel. As unidades experimentais foram dispostas em três bandejas de modo aleatório, e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. sob temperatura alternada 20-30°C e luz por 8h na temperatura mais alta. A checagem da temperatura da câmara foi realizada duas vezes por dia. Para a interpretação do teste foram consideradas plântulas normais aquelas cuja plúmula já havia ultrapassado o coleóptilo e a raiz primária estava com comprimento mínimo de 0,5

cm. Foi realizada a primeira contagem no 10º dia após a semeadura, e contagens sucessivas diárias até o 28º dia, que consistiu no término do experimento.

c) Teste de tetrazólio em sementes remanescentes: após o término do período do teste de primeira contagem de germinação, foram consideradas sementes remanescentes aquelas que não apresentaram nenhum sinal de protusão radicular. As sementes remanescentes em cada tratamento foram cortadas longitudinalmente através do embrião e do endosperma, mantendo-se as duas metades da cariopse ligadas pela lema e pálea, de acordo com a metodologia de Dias & Alves (2000), descrita nas RAS (2009), e submersas em solução de sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1% por um período de 4 horas, sendo em seguida observadas e avaliadas em microscópio estereoscópio.

Os resultados foram analisados estatisticamente com auxílio do software WinStat, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e os fatores quantitativos avaliados com regressão polinomial.

2.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstraram, de maneira geral, que não houve diferença estatística significativa quando considerada a interação da temperatura com o tempo de escarificação com ácido sulfúrico, e quando considerado somente o efeito da temperatura. Entretanto foi possível observar diferença estatística significativa ao se verificar o efeito isolado do tempo de escarificação com o ácido para as sementes da cultivar Mombaça.

A escarificação química com o ácido sulfúrico (H_2SO_4) demonstrou-se de fato eficiente na superação da dormência das sementes de *Panicum maximum* (Figura 1). Quando submetidas à escarificação por 1 minuto, o efeito positivo da superação da dormência pôde ser observado pela maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem nas três temperaturas: sendo 49% de plântulas considerando a temperatura 25°C, 52% em 30°C e 35% em 35°C. Quando o tempo de escarificação aumentou para 3 minutos, a maior porcentagem de plântulas normais foi de 44% com a escarificação ocorrendo sob temperatura de 30°C, e a mínima porcentagem (38%) foi observada sob temperatura de 35°C; e quando considerado o tempo máximo (5 minutos), a porcentagem de plântulas normais diminuiu para 37% (25°C),

41% (30°C) e 38% (35°C). Entretanto, esses resultados não diferiram estatisticamente entre si, permitindo inferir que a ação da temperatura associada à escarificação com o ácido sulfúrico não é determinante para diferenciar o resultado de superação da dormência.

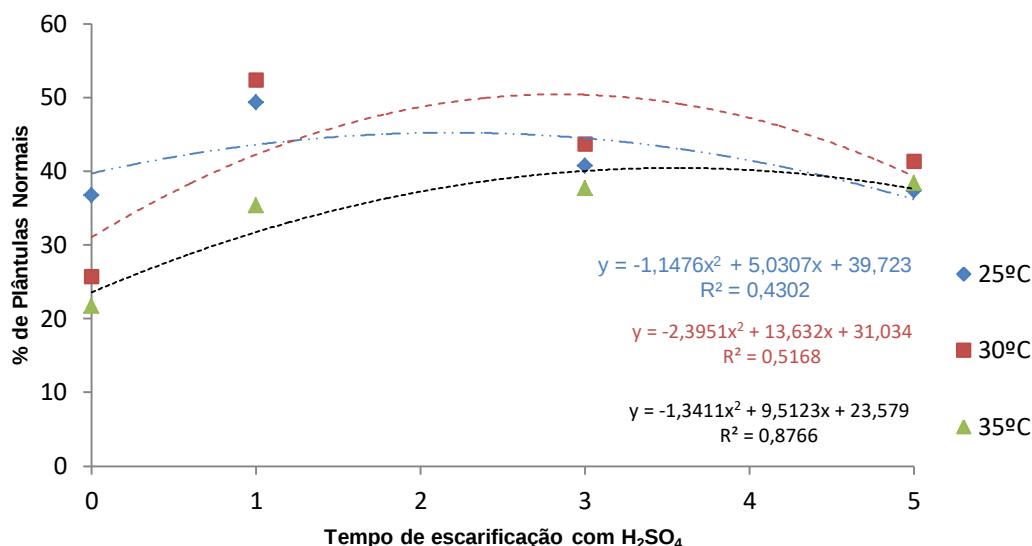


Figura 1 – Porcentagem de plântulas normais de *Panicum maximum* após dez dias de semeadura. Cuiabá, 2020.

Considerando somente o tempo de escarificação, houve diferença significativa em relação às sementes sem tratamento – T1, T2 e T3 (Figura 2). Observa-se que o aumento do tempo de exposição das sementes ao ácido, favorece um decréscimo na porcentagem de plântulas normais a partir de 3 minutos de exposição. As sementes que não passaram por tratamento para a superação de dormência apresentaram 28% de plântulas normais na primeira contagem, ao passo que expostas ao ácido sulfúrico, os resultados foram de 46% de plântulas normais em 1 minuto, 41% em 3 minutos e 39% de plântulas normais em 5 minutos, considerando a primeira contagem ocorrida aos 10 dias após a semeadura.

Segundo os autores Binotti et al. (2014), a escarificação química nas espécies de Brachiarias incrementam a porcentagem de germinação, pois eliminam o impedimento físico à entrada de água e gases nas sementes, possibilitando, então, uma embebição mais rápida das sementes e, por consequência, rápida germinação e esses resultados corroboram com os obtidos no presente estudo onde a escarificação com ácido sulfúrico se mostrou eficiente na superação da dormência.

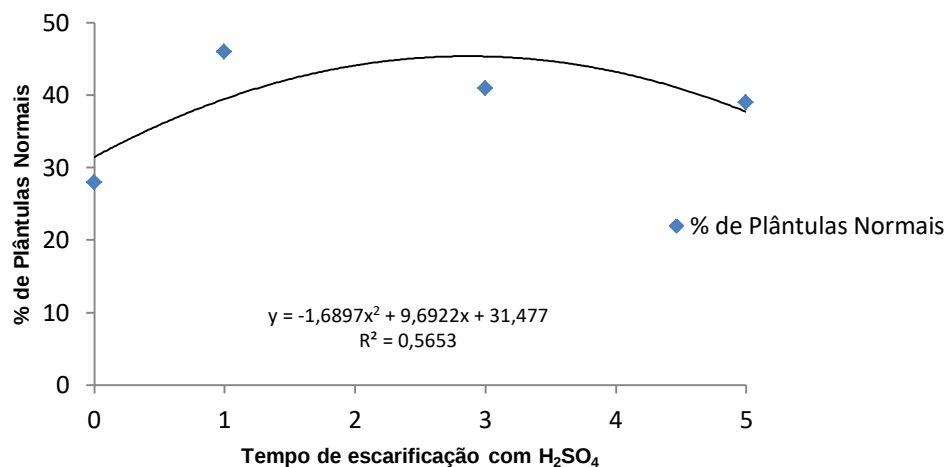


Figura 2 – Porcentagem de plântulas normais de *Panicum maximum* em função do tempo de escarificação com H₂SO₄, após dez dias de semeadura. Cuiabá, 2020.

Entretanto, Toledo et al (1995), verificaram que a germinação das sementes de *Panicum maximum* escarificadas com ácido sulfúrico, foi estatisticamente inferior à germinação das sementes não escarificadas, pois observou-se que o ácido sulfúrico provocou efeito prejudicial à germinação (as sementes não escarificadas apresentaram resultados superiores ou estatisticamente semelhantes aos das sementes não escarificadas) das cultivares testadas contrariando as informações dispostas na literatura.

Quanto ao Índice de Velocidade de Germinação (IVG), verificou-se que o tratamento T4 (escarificação com H₂SO₄ por 1 minuto a 25°C) foi responsável pelos maiores valores de IVG, sobressaindo-se aos demais tratamentos, conforme demonstrado na Figura 3. Isso pode indicar que o método para superação de dormência utilizado nesse tratamento promoveu o rompimento da camada impermeável das sementes, permitindo a entrada da quantidade adequada de água ao embrião, e conseqüentemente, favorecendo maior velocidade ao processo germinativo. Corroborando com esses resultados, Carvalho et al. (2015) verificaram que o pré-tratamento com H₂SO₄ permitiu melhoria nos caracteres germinativos de sementes de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandú, mostrando que além de aumentar a germinação, a mesma ocorre de forma acelerada.

No mesmo sentido, Macedo et al. (1994) verificaram que a utilização de ácido sulfúrico como método de superação de dormência em sementes possibilita um aumento significativo na germinação das sementes e na uniformidade desse

processo. Entretanto, a escarificação química com ácido sulfúrico, apesar de ser um método eficaz para a superação de dormência, tornam as sementes mais suscetíveis aos processos que levam a deterioração. Fato observado por Cardoso et al. (2014) em ensaio com *Brachiaria brizantha* e que pode concordar com os resultados obtidos no presente estudo se considerarmos o tempo máximo de exposição das sementes ao ácido.

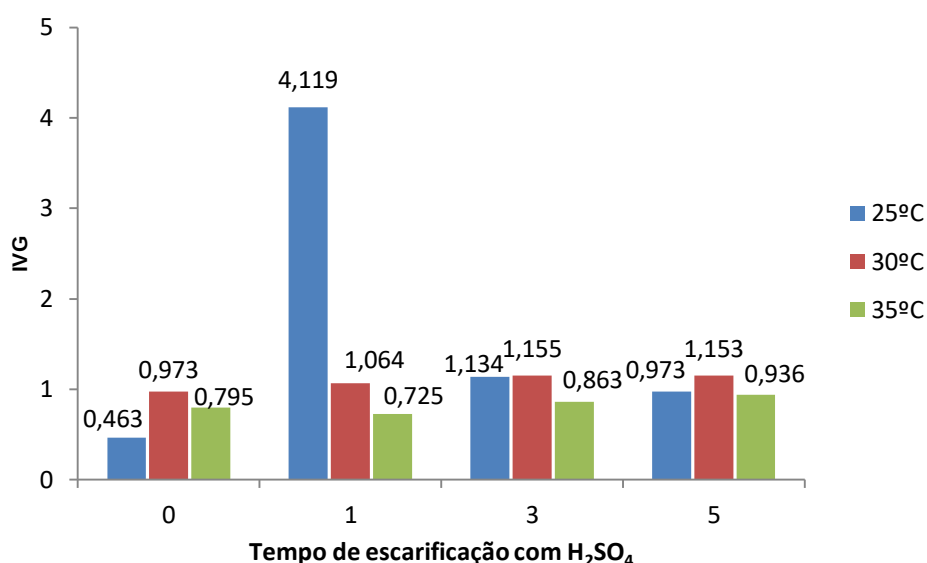


Figura 3 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça submetidas aos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Os resultados observados para a porcentagem de plântulas normais, anormais, dormentes e mortas observados aos 28 dias após a semeadura estão demonstrados na Figura 4. Nota-se que os resultados são representados por uma função quadrática, demonstrando que o tempo de escarificação com o ácido sulfúrico pode ser eficiente até um limite, a partir do qual o efeito da escarificação pode ser prejudicial à semente e interferir negativamente na expressão do potencial germinativo.

Observa-se que enquanto o número de plântulas normais é favorecido pela escarificação com H₂SO₄, o maior tempo de exposição ao ácido favorece um aumento no número de plântulas anormais. Nota-se que quando submetido ao período 1 minuto, a porcentagem de plântulas anormais foi 12%, contra 19 e 23% de plântulas anormais nos períodos 3 e 5 minutos respectivamente, e ainda 34% de plântulas anormais nas sementes não escarificadas. Do mesmo modo, a

porcentagem de sementes mortas foi crescente a partir do aumento do período de exposição ao H_2SO_4 , sendo menor nas sementes não tratadas com 20% de sementes mortas, seguida de 22% de sementes mortas com 1 minuto de escarificação, 24% com 3 minutos e 27% de sementes mortas no período de 5 minutos de escarificação. Isso pode ser explicado porque apesar de apresentar eficiência na superação da dormência das sementes, o ácido sulfúrico as torna suscetíveis aos processos de deterioração (CARDOSO et al., 2014), sendo, portanto, a razão para no presente estudo, a porcentagem de sementes mortas ser aumentada quando as sementes foram submetidas ao tempo máximo de escarificação.

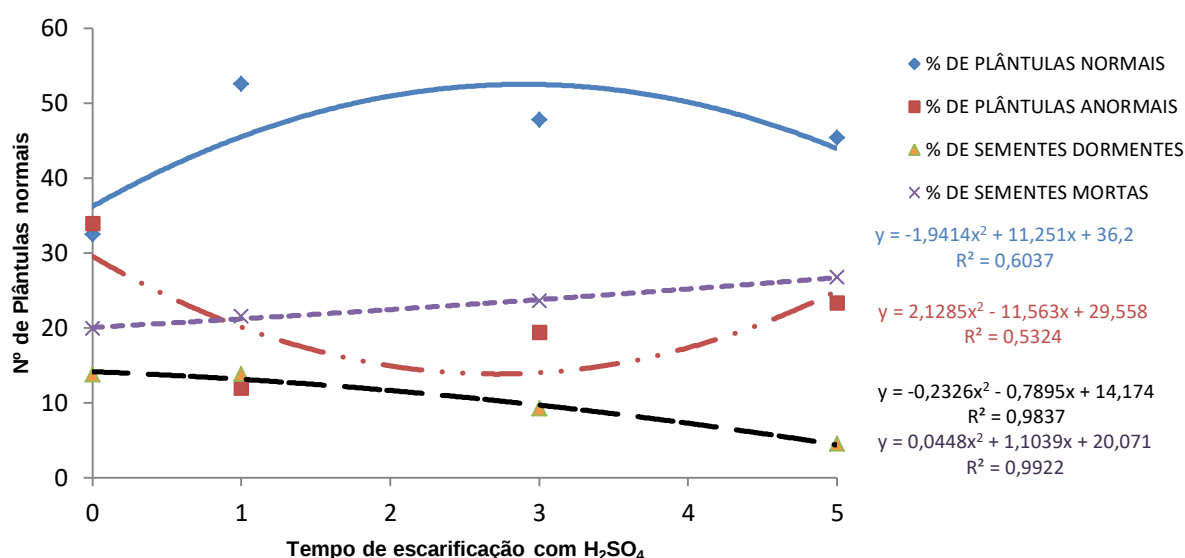


Figura 4 – Porcentagem de plântulas normais e anormais, sementes dormentes e mortas de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça em função do tempo de exposição ao H_2SO_4 para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Observa-se também na figura 4 que a porcentagem de sementes dormentes é decrescente, sendo o menor resultado observado quando as sementes foram expostas ao período máximo (5 minutos), sendo apenas 5% sementes dormentes, contra 9% e 14% de sementes dormentes nos períodos 3 minutos e 1 minuto respectivamente e 14% de sementes dormentes no tratamento que não passou por escarificação química. Resultados semelhantes foram observados por Binotti et al. (2014) em *Brachiaria brizantha*, cultivar MG5 com período de escarificação de 5 minutos e Carvalho et al. (2015) em *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu com

período de escarificação de 15 minutos nos quais o número de sementes dormentes foi diminuído com uso da escarificação química com ácido sulfúrico.

Na última contagem do teste de germinação ocorrida no 28º dia após a semeadura, as sementes remanescentes ainda não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio. A Tabela 2 mostra o total de sementes remanescentes em cada tratamento, e a porcentagem de sementes viáveis identificadas através do teste.

O efeito do fator temperatura e da interação dos fatores temperatura e tempo de exposição ao ácido sulfúrico na variável viabilidade não se mostrou estatisticamente significativo. Entretanto, considerando o tempo de exposição das sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça ao ácido sulfúrico, pode-se verificar que o aumento do tempo de exposição das sementes ao ácido sulfúrico pode ser prejudicial, diminuindo a eficiência da superação da dormência e afetando a viabilidade das sementes remanescentes, conforme demonstra a Figura 5.

Tabela 2 – Resultados de viabilidade das sementes remanescentes de *Panicum maximum* em cada tratamento submetidas ao teste de tetrazólio após o teste de germinação (com 28 dias de duração).

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS	Nº DE SEMENTES REMANESCENTES	% DE SEMENTES VIÁVEIS
T1	Sem H ₂ SO ₄ a 25°C	78	51
T2	Sem H ₂ SO ₄ a 30°C	64	57
T3	Sem H ₂ SO ₄ a 35°C	100	48
T4	H ₂ SO ₄ ; 1 minuto; 25°C	76	63
T5	H ₂ SO ₄ ; 1 minuto; 30°C	77	49
T6	H ₂ SO ₄ ; 1 minuto; 35°C	91	43
T7	H ₂ SO ₄ ; 3 minutos; 25°C	72	38
T8	H ₂ SO ₄ ; 3 minutos; 30°C	74	36
T9	H ₂ SO ₄ ; 3 minutos; 35°C	54	58
T10	H ₂ SO ₄ ; 5 minutos; 25°C	38	35
T11	H ₂ SO ₄ ; 5 minutos; 30°C	50	30
T12	H ₂ SO ₄ ; 5 minutos; 35°C	57	24

Os dados ora verificados corroboram com os encontrados por Binotti et al. (2014), que verificou que o tratamento com H₂SO₄ em sementes de *Brachiaria brizantha*, cultivar MG-5, proporcionou uma porcentagem menor de sementes dormentes em relação às sementes não escarificadas, sendo, portanto, eficiente visto que de 69% das sementes viáveis, 99% germinaram.

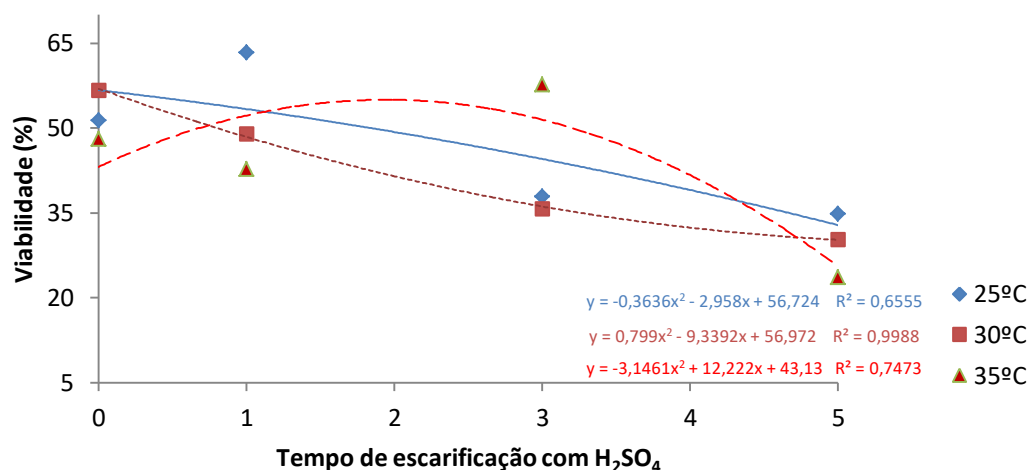


Figura 5 – Viabilidade das sementes remanescentes de *Panicum maximum* submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Gaspar-Oliveira et al. (2008) verificando a duração do teste de germinação em sementes de *Brachiaria brizantha*, observaram que a porcentagem de sementes viáveis após o término dos testes de germinação apresentaram valores estatisticamente iguais à zero, demonstrando que foi possível, para todas as sementes, independente do vigor, expressar seu potencial germinativo no período estabelecido para a conclusão do teste de germinação. No presente estudo, as contagens diárias sucessivas demonstraram que a partir do 23º dia após a semeadura, não houve incremento no potencial germinativo. Assim, baseando-se no percentual de viabilidade das sementes remanescentes, verifica-se que a duração do teste de germinação de 28 dias foi correta, concordando com o que está recomendado nas RAS (BRASIL, 2009) para *Panicum maximum*, e diferindo dos resultados encontrados por Gaspar-Oliveira et al. (2008) com *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

2.4 Conclusões

- A duração do teste de germinação correspondeu ao período recomendado pelas RAS;
- A escarificação química com ácido sulfúrico é eficiente para a superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça;
- O tempo de escarificação de 1 minuto no ácido sulfúrico é suficiente para a superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, independente da temperatura.

3 CAPÍTULO II

Concentração de Nitrato de Potássio na superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça

3.1 Introdução

A espécie *Panicum maximum* Jacq é a segunda forrageira tropical mais cultivada no país e se destaca entre as diferentes espécies forrageiras cultivadas no país, ficando atrás das braquiárias. As sementes da espécie possuem dificuldade de germinar devido à ocorrência de dormência inata ou natural, dificultando o estabelecimento e uniformidade das populações, logo, é comum nessa e em outras espécies de sementes de forrageiras tropicais as sementes não germinarem mesmo quando submetidas à condições ambientais consideradas favoráveis. A dormência pode interferir no uso das sementes forrageiras, por impedir a germinação e afetar diretamente no estabelecimento uniforme da pastagem (COSTA et al., 2011).

O efeito positivo da adição de solução aquosa de nitrato de potássio (KNO_3) ao substrato de germinação de sementes é frequentemente relatado na literatura, pois os nitratos são um dos principais agentes para superação de dormência em numerosas espécies (MONTEIRO et al., 2008).

Regimes de temperatura, de luz e tratamentos químicos, entre os quais a aplicação de nitrato de potássio, são fatores que afetam a germinação de sementes, além de poderem revelar diversos mecanismos de dormência, exigindo técnicas específicas para sua superação. Esses fatores encontram-se, de certa forma, relacionados com o crescimento inicial, fase vegetativa e ciclo ótimo da planta sendo também importantes para a avaliação da qualidade de uma amostra ou lote de sementes, tanto para objetivos de comercialização, semeadura e estabelecimento da cultura como de conservação de germoplasma (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 1988; KHAN, 1977 *apud* FARON et al. (2004).

As RAS (BRASIL, 2009) recomendam que o substrato utilizado no teste de germinação de *Panicum maximum* seja umedecido com solução aquosa de nitrato de potássio (KNO_3) na concentração de 0,2%, visando à superação da dormência das sementes.

O KNO_3 vem sendo utilizado em vários estudos pela sua atuação na superação de dormência pelo fato do nitrato sofrer redução e passar para a forma de nitrito, acarretando a reoxidação do NAD(P)H , disponibilizando o NAD(P) , que atuará estimulando a via pentose fosfato e a via do ácido chiquímico, através da Eritrose-4-fosfato. Essas duas vias são de suma importância para a biossíntese de novos compostos. A via pentose fosfato irá sintetizar a ribulose-5-fosfato utilizada na síntese de nucleotídeos, constituintes dos ácidos nucléicos (RNA e DNA) e síntese de coenzimas, que poderá influenciar o processo germinativo. A via do ácido chiquímico é vital para a biossíntese de aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina e tirosina) (CARDOSO et al., 2015).

De acordo com Cardoso et al., (2014) alguns procedimentos de pré-tratamento não estão diretamente relacionados com a dormência das sementes, mas são realizados com o objetivo de acelerar o processo de germinação ou promover o estabelecimento das plântulas, pelo fato de que vários hormônios e compostos nitrogenados podem ajudar na superação da dormência em certas condições.

Portanto, estudos sobre a prática do condicionamento com o KNO_3 em sementes ainda são necessários, como também é importante verificar se a utilização de concentrações de soluções de KNO_3 diferentes das recomendadas pelas RAS podem trazer melhores resultados na superação da dormência em sementes de *Panicum maximum*.

Diante da importância que o estudo sobre metodologias que possibilitam uma resposta mais rápida em relação à germinação de sementes representa para a tecnologia e para a pecuária do País, foi estudado o comportamento da germinação de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, sob diferentes concentrações de solução de nitrato de potássio empregadas no substrato.

Nesse contexto, objetivou-se determinar a concentração da solução de Nitrato de Potássio (KNO_3) que resultasse na superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, proporcionando melhor potencial germinativo.

3.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Oficial de Análise de Sementes “Guilherme de Abreu Lima” (LASGAL) do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA/MT, na cidade de Cuiabá-MT, no período de dezembro de 2019 a janeiro de 2020.

Foram utilizadas sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça, provenientes das colheitas efetuadas na safra 2019, do município de Auriflama-SP, categoria S2. Ao serem recebidas no LASGAL (como análise prévia e sem emissão de Boletim Oficial), as sementes foram submetidas à análise de pureza, determinação de outras sementes por número e viabilidade, visando à verificação inicial da qualidade das sementes. Assim, os resultados iniciais demonstraram que as sementes apresentavam 94% de viabilidade pelo teste de tetrazólio, pureza de 97,4%, e sem a presença de sementes nocivas toleradas ou proibidas. As sementes foram armazenadas em câmara seca com temperatura e umidade controladas (sendo a média de temperatura de 20°C e umidade de 50%).

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 tratamentos distribuídos em 4 repetições que resultaram em 24 unidades experimentais.

Para instalação do experimento as amostras de sementes foram homogeneizadas, submetidas à limpeza em peneiras e passagem em assoprador pneumático, complementada por separação manual para a obtenção de sementes puras que foram utilizadas nos tratamentos, segundo a rotina do LASGAL e conforme os procedimentos previstos nas Regras Brasileiras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

A partir das sementes puras, foram separadas subamostras de 50 sementes em cada unidade experimental, as quais foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha; substrato umedecido com solução de KNO_3 a 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
T1	Sem tratamento. Umedecimento do substrato com água destilada (testemunha)
T2	Umedecimento do substrato com KNO ₃ a 0,1%.
T3	Umedecimento do substrato com KNO ₃ a 0,2%.
T4	Umedecimento do substrato com KNO ₃ a 0,3%.
T5	Umedecimento do substrato com KNO ₃ a 0,4%.
T6	Umedecimento do substrato com KNO ₃ a 0,5%.

As variáveis-resposta nesse estudo foram:

a) Índice de Velocidade de germinação (IVG): determinado mediante contagem do número de plântulas normais aos 10, 14, 21 e 28 dias após a semeadura e o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962), *apud* Nakagawa (1999); onde:

$$IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n},$$

IVE = índice velocidade de emergência;

E1, E2,... En = número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2,... Nn = número de dias decorridos da semeadura, da primeira até a última contagem.

b) Germinação: as sementes foram dispostas em caixas plásticas do tipo “gerbox” sobre duas folhas de papel mata-borrão, e umedecidas de acordo com a descrição de cada tratamento (Tabela 1). O tratamento testemunha recebeu o substrato umedecido apenas com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, e os demais tratamentos tiveram o substrato umedecido de acordo com as concentrações de KNO₃ previamente determinadas (tratamentos), obedecendo a quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato. As unidades experimentais foram dispostas em quatro bandejas de modo aleatório, e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. sob temperatura alternada 20-30°C e luz por 8h na temperatura mais alta. A checagem da temperatura da câmara foi realizada duas vezes por dia. Foram consideradas plântulas normais aquelas cuja plúmula já havia ultrapassado o coleótilo e a raiz primária estava com comprimento mínimo de 0,5 cm. As contagens foram realizadas aos 10, 14, 21 e 28 dias após a semeadura, que consistiu no término do experimento.

c) Teste de tetrazólio em sementes remanescentes: após o término do período do teste de germinação, as sementes remanescentes em cada tratamento foram cortadas longitudinalmente através do embrião e do endosperma, mantendo-se as duas metades da cariopse ligadas pela lema e pálea, de acordo com a metodologia de Dias & Alves (2000), descrita nas RAS (2009), e submersas em solução de sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1% por 4 horas, sendo em seguida observadas em microscópio estereoscópio.

Os resultados foram analisados estatisticamente com auxílio do software WinStat, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e os fatores quantitativos avaliados com regressão polinomial.

3.3 Resultados e Discussão

No teste de germinação, as variáveis: porcentagem de plântulas normais (1ª contagem), porcentagem de plântulas normais total, anormais e Índice de Velocidade de Germinação, não apresentaram diferenças significativas quanto às características avaliadas em função dos tratamentos com KNO_3 . Para as variáveis: porcentagem de sementes dormentes, viabilidade das sementes remanescentes e porcentagem de sementes mortas, a análise estatística demonstrou efeitos significativos em relação às concentrações de KNO_3 utilizadas, via umedecimento e reumedecimento do substrato das sementes. As curvas foram graficamente representadas por dispersão de seus valores e com equação polinomial elevada ao grau 2 que melhor adequou-se ao modelo.

O tratamento que apresentou maior média de plântulas normais em primeira contagem foi correspondente à solução de KNO_3 a 0,4% (T5) com 67% de plântulas, seguido de 62% na concentração a 0,1%, 60% na concentração a 0,2%; 58% na concentração a 0,3%; 46% de plântulas na concentração a 0,5% e média de 41% somente com água destilada (testemunha), conforme demonstrado na Figura 6 que também traz os resultados referentes à porcentagem de plântulas normais observadas ao fim do período do teste padrão de germinação e também o percentual de plântulas anormais em cada tratamento. O percentual de plântulas normais total aos 28 dias após a semeadura seguiu a mesma tendência observada nos resultados de primeira contagem, indicando que o tempo prolongado da

germinação não resultou em incremento no resultado inicialmente apresentado. Nota-se que o aumento da concentração da solução de KNO_3 favorece a diminuição do percentual de plântulas normais, ao passo que é também observada uma tendência ao aumento do número de plântulas anormais. Tal observação vai ao encontro do que Bonome et al. (2006) afirmaram no sentido de por ser o KNO_3 um sal de baixo peso molecular, o mesmo pode penetrar nos tecidos das sementes e causar fitotoxidez, e quanto maior o tempo de exposição das sementes ao mesmo, mais severos podem ser os efeitos negativos no potencial germinativo das sementes. Impressões semelhantes foram observadas por Monteiro et al. (2008) em estudo sobre o efeito do KNO_3 na germinação de sementes de pimenta de cheiro, onde a exposição das sementes à maior concentração da solução proporcionou diminuição da porcentagem de sementes germinadas, sendo a causa deste efeito, provavelmente, as dificuldades respiratórias enfrentadas pela semente, devido ao excesso de solução.

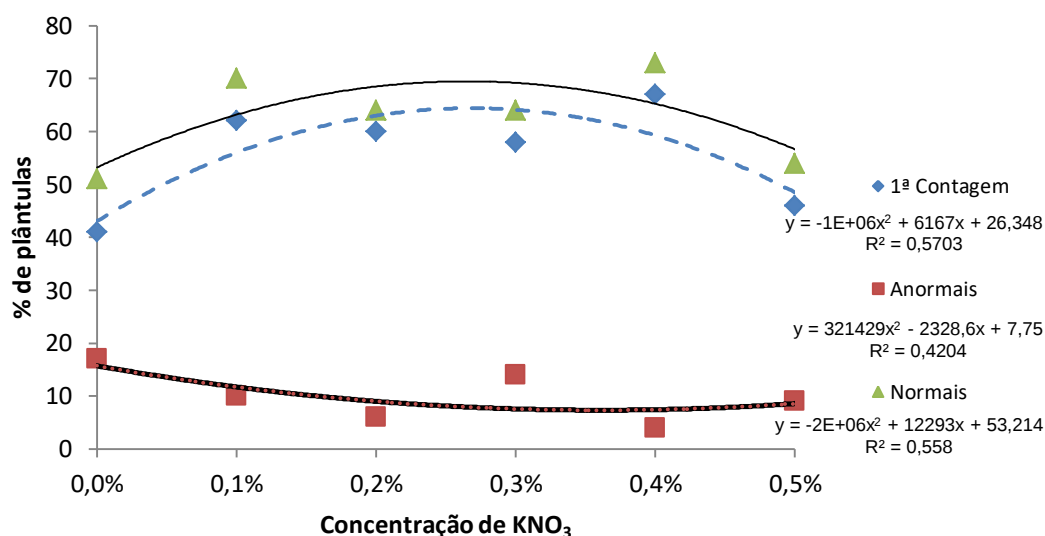


Figura 6 – Porcentagem de plântulas normais (1ª contagem e total) e anormais de *Panicum maximum* submetidas a diferentes concentrações de KNO_3 para superação da dormência das sementes. Cuiabá, 2020.

Bonome et al. (2006) ao verificar o efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha*, por meio da imersão das sementes na solução de KNO_3 visando o condicionamento osmótico verificaram que a atuação do KNO_3 no condicionamento fisiológico das sementes pode ter causado fitotoxidez devido a penetração do sal nos tecidos das sementes, enquanto Lopes et al. (2011),

afirmaram que a porcentagem do teste padrão de germinação das sementes de cenoura e pimentão submetidas à embebição em solução de KNO_3 , foram significativamente superiores a da testemunha e do condicionamento com água.

As principais anormalidades verificadas nos tratamentos foram raízes ausentes e raízes fracas, sendo verificado que o tratamento sem KNO_3 apresentou média de 17% de plântulas anormais, seguido por 14% no tratamento com a solução de KNO_3 a 0,3%; 10% na concentração a 0,1%; 9% de plântulas verificadas no tratamento com KNO_3 a 0,5%; 6% de plântulas anormais no tratamento com KNO_3 a 0,2 e 4% de plântulas anormais nos tratamentos com a concentração de 0,4%, conforme demonstrado na Figura 6.

Através da análise de regressão, verificou-se a influência das diferentes concentrações de KNO_3 sobre o índice de velocidade de germinação (IVG), ajustando-se uma função quadrática (Figura 7). Com base neste modelo matemático verificou-se que na concentração de KNO_3 a 0,1% obteve-se IVG de 3,35, o que significa que as sementes submetidas a esse tratamento apresentaram germinação mais acelerada quando comparada à testemunha (IVG= 2,33) e à concentração máxima (0,5%) que apresentou IVG de 2,57 demonstrando o efeito benéfico do KNO_3 nas sementes de *Panicum maximum*.

O aumento da concentração da solução de KNO_3 favorece a diminuição do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) indicando que a germinação tende a ser mais demorada quando a semente fica exposta a concentrações maiores do sal. Esses resultados estão de acordo com Monteiro et al. (2008) que verificaram que o maior tempo médio de germinação em sementes de pimenta de cheiro foi no tratamento que recebeu a maior concentração de KNO_3 , indicando que a germinação ocorreu lentamente.

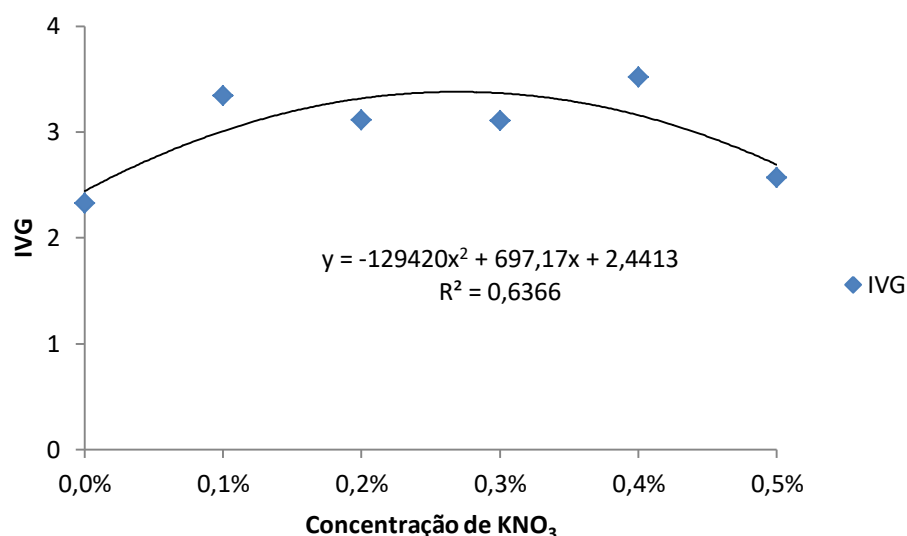


Figura 7 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Panicum maximum* submetidas a diferentes concentrações de KNO₃ para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Resultados observados por Bonome et al. (2006) dão conta que sementes de *Brachiaria brizantha* condicionadas em solução de KNO₃ por 12 horas apresentaram maior índice de velocidade de protrusão radicular sobressaindo em relação a outros tratamentos estudados pelos autores, dado esse explicado pelo fato de o nitrato estar relacionado com o aumento de substrato para aminoácidos e síntese de proteínas.

A porcentagem de sementes dormentes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça foi reduzida a partir da concentração de KNO₃ a 0,1% (reduzindo de 10% no tratamento testemunha para 3% na concentração a 0,1%), e a curva apresenta tendência decrescente, atingindo o ponto 0 (zero) no tratamento com KNO₃ a 0,4%, ascendendo novamente quando a concentração foi a 0,5% (2%), conforme demonstrado na Figura 8.

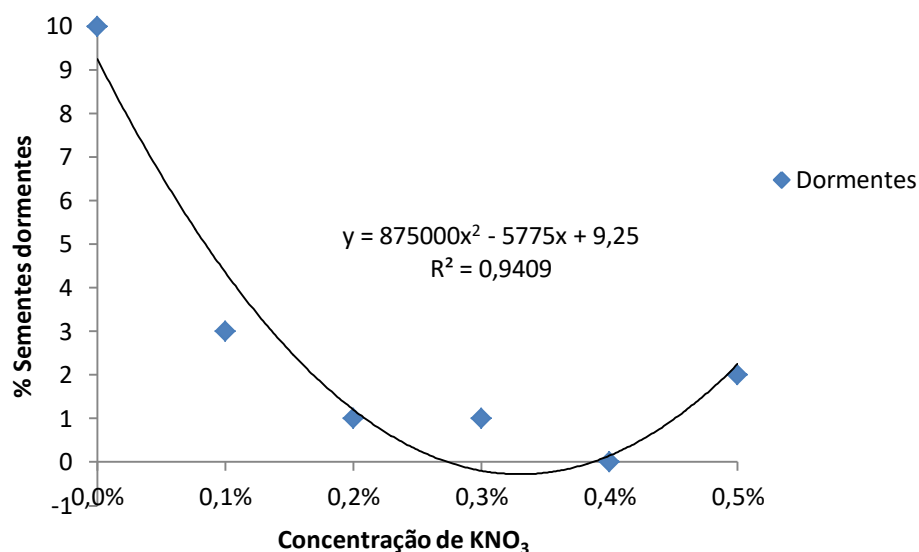


Figura 8 – Porcentagem de sementes dormentes de *Panicum maximum* submetidas a diferentes concentrações de KNO₃. Cuiabá, 2020.

Contrastando com os resultados aqui observados, Carvalho et al. (2015) não verificaram eficiência na superação de dormência de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu ao utilizarem diferentes concentrações de KNO₃ no substrato, e nenhuma dosagem de KNO₃ auxiliou na superação de dormência, sendo a recomendação dispensada para a cultivar de acordo com o estudo, o que de fato é curioso, pois segundo Carvalho & Nakagawa (1983), *apud* Câmara & Stacciarini-Seraphin (2002) a dormência de sementes em gramíneas pode estar associada à presença de substâncias fixadoras de oxigênio (compostos fenólicos) no complexo película-pericarpo e o KNO₃ é efetivo na superação desse tipo de dormência, haja vista que o KNO₃ atua ativando a via das pentoses monofosfatadas auxiliando na superação da dormência das sementes. Portanto, o KNO₃ é recomendado para a superação da dormência de sementes de diversas espécies por atuar em diversos processos metabólicos das sementes, como nos processos oxidativos, no ciclo das pentoses e na respiração, auxiliando assim na superação de dormência (ZAIDAN E BARBEDO, 2004 *apud* TOKUHISA et al., 2007).

Mecanismo semelhante de comportamento da curva de regressão foi observado para a variável viabilidade das sementes remanescentes. Na Figura 9 observa-se que a partir da testemunha, há um decréscimo de 16 pontos percentuais no resultado apresentado por T1 (14% de viabilidade), atingindo 0,0% quando a curva passa pelo tratamento com KNO₃ a 0,4%, ascendendo até 4% na

concentração máxima testada (0,5%). A Tabela 4 traz a quantidade de sementes remanescentes em cada tratamento, e a porcentagem de sementes viáveis a partir dessa informação. Nota-se que tanto a ausência de tratamento com o nitrato de potássio como a utilização da concentração máxima influenciam na porcentagem de sementes remanescentes viáveis. A primeira situação pode sugerir que as sementes apresentavam dormência e por isso não germinaram, enquanto a segunda situação pode sugerir que maiores concentrações de KNO_3 são prejudiciais ao desenvolvimento da semente, e, portanto um fator limitante à expressão do potencial germinativo.

Observa-se que o tratamento com KNO_3 a 0,5% apresentou maior porcentagem de sementes não germinadas (38%) e desse total, apenas 4% das sementes estavam viáveis. Tal comportamento foi observado também na concentração a 0,4% que, apresentando 24% de sementes remanescentes, a viabilidade se igualou a 0 (zero). Os resultados obtidos com os tratamentos T4 e T3 trazem também uma baixa porcentagem de sementes remanescentes viáveis (5 e 3% a partir de 21 e 31% de sementes. Somente o tratamento T2 e T1 demonstraram um número mais expressivo de sementes remanescentes viáveis (14 e 30% respectivamente), sendo que T2 apresentou a menor porcentagem de sementes remanescentes, o que pode sugerir que o tratamento tenha sido o mais eficiente para a superação da dormência de *Panicum maximum*.

Tabela 4 – Sementes remanescentes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça ao fim do teste de germinação (28 DAS). Cuiabá, 2020.

Id. Trat.	Tratamento	% Remanescentes	Remanescentes Viáveis (%)
T1	0,0%	33	30
T2	0,1%	21	14
T3	0,2%	31	3
T4	0,3%	21	5
T5	0,4%	24	0
T6	0,5%	38	4

De acordo com Cardoso et al. (2014) o condicionamento com KNO_3 0,2% pode proporcionar às sementes de *Brachiaria brizantha* maior capacidade para reorganizar as membranas celulares, o que pode propiciar menor perda de constituintes celulares, maior capacidade de reparação aos danos causados à semente, além, de rapidez na reestruturação das membranas, o que permite que a

semente expresse melhor o vigor. O mesmo autor não verificou influência do condicionamento com KNO_3 a 0,2% no percentual de sementes mortas remanescentes do teste de germinação.

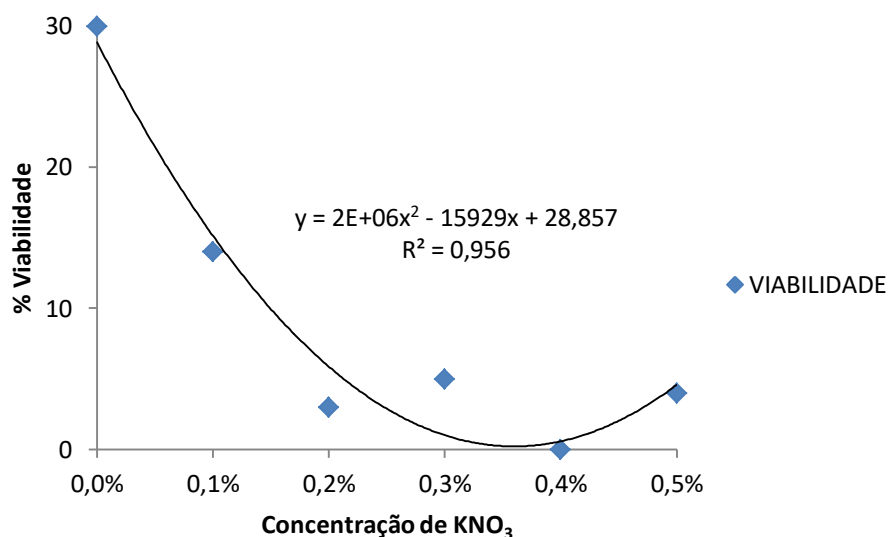


Figura 9 – Viabilidade de sementes remanescentes do teste de germinação de *Panicum maximum* submetidas a diferentes concentrações de KNO_3 . Cuiabá, 2020.

A porcentagem de sementes remanescentes viáveis do teste de germinação foi influenciada pelas concentrações da solução de KNO_3 . Observa-se que dentre os tratamentos, a solução de KNO_3 a 0,1% apresentou maior percentual de sementes remanescentes viáveis (14%) contra 3% de sementes viáveis na concentração a 0,2%. Isso contrasta com a recomendação das RAS que indicam que as sementes devem ser colocadas a germinar em substrato previamente saturado com solução de KNO_3 a 0,2% e reumedecido, se necessário, com água.

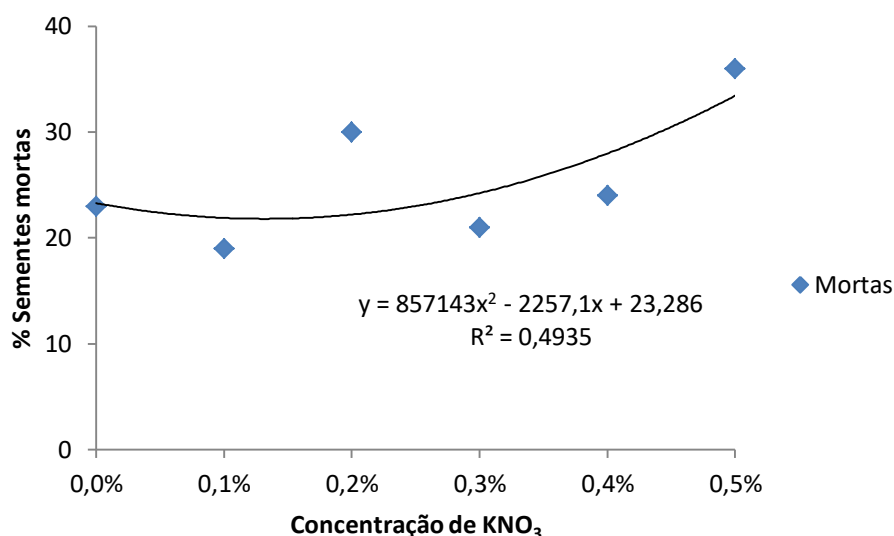


Figura 10 – Porcentagem de sementes mortas de *Panicum maximum* submetidas a diferentes concentrações de KNO₃. Cuiabá, 2020.

Através da análise de regressão, verificou-se a influência das diferentes concentrações de KNO₃ sobre a porcentagem de sementes mortas, ajustando-se uma função quadrática (Figura 10). Com base neste modelo matemático verificou-se que na concentração a 0,1% (ponto de mínimo) obteve-se 19% de sementes mortas. A curva ascende até o resultado verificado quando utilizada a maior concentração da solução de KNO₃ (0,5%) onde verifica-se 36% de sementes inviáveis. Isso significa que a exposição prolongada da semente ao KNO₃ favoreceu o aumento da porcentagem de sementes mortas. Isso pode ser explicado por uma provável fitotoxidez provocada pelo sal nas sementes. Esses resultados estão de acordo com Toledo & Carvalho (1990) *apud* Toledo et al. (1994) que verificaram que a quantidade elevada de KNO₃ foi prejudicial em sementes de *Brachiaria brizantha* e *B. ruziziensis*, enquanto que para *B. decumbens* tal efeito prejudicial não foi verificado, levando-o a concluir que pode existir alguma influência no efeito fitotóxico do KNO₃ a depender da espécie exposta.

3.4 Conclusão

A solução de KNO₃ a 0,1% é eficiente na superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivar Mombaça.

4 CAPÍTULO III

Ácido sulfúrico e Nitrato de Potássio na superação da dormência de sementes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão

4.1 Introdução

Pelo conceito atual, o fenômeno da dormência é tido como um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo e no espaço. Os vegetais desenvolveram na semente a capacidade de conquistar o espaço e o tempo quando as sementes foram dotadas de diferentes tipos de apêndices que, associados a diversas outras características (como o tamanho, presença de pilosidade, formato, etc), permitiram que a semente adquirisse mobilidade, sendo possível desse modo uma distribuição variada no espaço, contando com um maior número de combinações climáticas e resultando em maior possibilidade de sobrevivência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

As forrageiras tropicais apresentam dormência e esse fator pode influenciar na uniformidade da formação das pastagens. Portanto, o uso de sementes de alta qualidade, apresentando alto poder germinativo, é fundamental para o estabelecimento de pastagens (MESCHEDE et al., 2004). Isso subsidia trabalhos de desenvolvimento de novas cultivares que agrupam as características de interesse e adaptabilidade.

Métodos químicos que visam à superação da dormência têm sido investigados, para uso laboratorial e industrial, como a utilização de nitrato de potássio (KNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) que, apesar de eficientes, podem provocar toxicidade nos trabalhadores operacionalmente envolvidos, na qualidade das sementes e no meio ambiente (TORRES, et al. (2015).

Sementes de forrageiras alcançam 11% do material genético aproveitado em todas as culturas semeadas no Brasil, o que ajuda a dimensionar as pastagens que dão suporte ao maior rebanho bovino comercial do mundo, e também são dirigidas à formação de pastos para bovinos de leite, ovinos, caprinos e bubalinos (KIST et al. (2018). Apesar da grande importância, a qualidade das sementes produzidas por estas espécies é variável e os investimentos em pesquisa nesta área são escassos (DIAS E ALVES, 2008).

Considerada ainda como principal cultivar da espécie *Panicum maximum*, o capim Mombaça, favorece a diversificação de pastagens, fator considerado tecnicamente recomendado para minimização de custos e de impactos ambientais. Apresenta-se como mais uma opção para solos de cerrado de média a alta fertilidade, o que colabora com a diversificação no portfólio de tecnologias ofertadas pelas empresas beneficiadoras/comercializadoras de sementes. O processo de expansão de novas áreas é minimizado pela capacidade do Mombaça em intensificar a produção de carne por hectare, reflexo do potencial de resposta da cultivar aos insumos, sendo esta cultivar uma das principais alternativas usadas na recuperação e reforma de pastagens, tanto em termos de eficiência econômica quanto ambiental (EMBRAPA, 2015). Outra cultivar de *Panicum maximum* considerada nesse estudo é a MG12 Paredão. Trata-se de um material proveniente da Matsuda Genética, e traz como principais características a alta produção de forragem, com folhas bastante compridas e largas, quando comparada à Mombaça, rebrota vigorosa, rápida e uniforme, além de boa tolerância à seca, quando comparada a outras cultivares de *Panicum* existentes no mercado. Outra característica importante é a alta palatibilidade, resultando em altas produções de carne e leite, além de ser tolerante aos ataques de cigarrinhas, inclusive a da cana-de-açúcar (*Mahanarva fimbriolata*). É exigente em fertilidade do solo, planta cespitosa, intenso perfilhamento basal, folhas largas e recomendada tanto para pastejo direto como para corte, bem como, em face da grande quantidade de folhas, para silagens (MATSUDA, 2020).

As RAS (BRASIL, 2009) recomendam que as sementes de espécies forrageiras sejam submetidas a tratamentos para a superação da dormência para o teste padrão de germinação em laboratório, de acordo com a espécie. Para *Panicum maximum*, a recomendação é a escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4) por no máximo 5 minutos, seguido de lavagem das sementes em água corrente, para a superação da dormência física e saturação do substrato com solução de nitrato de potássio a 0,2% para a superação de dormência fisiológica.

Considerando que o teste de germinação para sementes de *Panicum maximum* necessita de estudos adicionais, principalmente no que se refere ao tempo previsto para a sua conclusão que é considerado longo e representa um problema para a comercialização dos lotes que precisam aguardar a obtenção dos resultados do teste para serem negociados, a indicação do método de superação de dormência

faz-se necessária, haja vista que o tratamento pré-germinativo das sementes pode otimizar o trabalho no ambiente laboratorial e proporcionando resultados em tempo menor que o previsto pelas RAS.

Portanto, o presente estudo tem por objetivo verificar os efeitos do uso de ácido sulfúrico, nitrato de potássio e a associação de ambos na superação da dormência de sementes de duas cultivares de *Panicum maximum*, a saber, cultivares Mombaça e MG12 Paredão.

4.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Oficial de Análise de Sementes “Guilherme de Abreu Lima” (LASGAL) do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA/MT, na cidade de Cuiabá-MT, no período de janeiro a fevereiro de 2020, e nessa fase do trabalho, objetivou-se utilizar os tratamentos que possibilitaram melhor potencial germinativo às sementes nos capítulos I e II, e aplicá-los a duas cultivares de *Panicum maximum*.

Foram utilizadas sementes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão, provenientes das colheitas efetuadas na safra 2019, do município de Auriflama-SP, categoria S2. Ao serem recebidas no LASGAL (como análise prévia e sem emissão de Boletim Oficial), as sementes foram submetidas à análise de pureza, determinação de outras sementes por número e viabilidade, visando a verificação inicial da qualidade das sementes. Assim, os resultados iniciais demonstraram que as sementes da cultivar Mombaça apresentavam 94% de viabilidade pelo teste de tetrazólio, pureza de 97,4%, e sem a presença de sementes nocivas toleradas ou proibidas; e as sementes da cultivar MG12 Paredão apresentavam 93% de viabilidade, 95,3% de pureza e ausência de sementes de contaminantes. As sementes foram armazenadas em câmara seca com temperatura e umidade controladas (sendo a média de temperatura de 20°C e umidade de 50%), durante 120 dias antes de serem submetidas aos tratamentos realizados nesse experimento.

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2, sendo 4 métodos para superação de dormência (escarificação química com H₂SO₄ por 1 minuto, substrato umedecido com KNO₃ a 0,1%, H₂SO₄ por 1 minuto + substrato umedecido com KNO₃ a 0,1% e sementes sem tratamento -

testemunha) aplicados a 2 cultivares de *Panicum maximum* (Mombaça e MG12 Paredão), totalizando 08 tratamentos distribuídos em 4 repetições que resultaram em 32 unidades experimentais.

Para instalação do experimento as amostras de sementes foram homogeneizadas, submetidas à limpeza em peneiras e passagem em assoprador pneumático, complementada por separação manual para a obtenção de sementes puras que foram utilizadas nos tratamentos, segundo a rotina do LASGAL e conforme os procedimentos previstos nas Regras Brasileiras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

A partir das sementes puras, foram separadas subamostras de 50 sementes em cada unidade experimental, para cada cultivar, as quais foram submetidas aos tratamentos conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
T1	Mombaça. H ₂ SO ₄ por 1 minuto.
T2	Mombaça. Saturação do substrato com KNO ₃ a 0,1%.
T3	Mombaça. H ₂ SO ₄ + Saturação do substrato com KNO ₃ a 0,1%.
T4	Mombaça. Sem tratamento. Umedecimento do substrato com água destilada.
T5	MG12 Paredão. H ₂ SO ₄ por 1 minuto.
T6	MG12 Paredão. Saturação do substrato com KNO ₃ a 0,1%.
T7	MG12 Paredão. H ₂ SO ₄ + Saturação do substrato com KNO ₃ a 0,1%.
T8	MG12 Paredão. Sem tratamento. Umedecimento do substrato com água destilada.

As variáveis-resposta nesse estudo foram:

a) Índice de Velocidade de germinação (IVG): determinado mediante contagem do número de plântulas normais aos 10, 14, 21 e 28 dias após a semeadura e o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962), *apud* Nakagawa (1999); onde:

$$IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n},$$

IVE = índice velocidade de emergência;

E1, E2,... En = número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2,... Nn = número de dias decorridos da semeadura, da primeira até a última contagem.

b) Germinação: as sementes foram dispostas em caixas plásticas do tipo “gerbox” sobre duas folhas de papel mata-borrão, e umedecidas de acordo com a descrição de cada tratamento (Tabela 5). O tratamento testemunha recebeu o substrato umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, e os demais tratamentos tiveram o substrato saturado com solução de KNO_3 a 0,1%, obedecendo à quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato. As unidades experimentais foram dispostas em quatro bandejas de modo aleatório, e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. sob temperatura alternada 20-30°C e luz por 8h na temperatura mais alta. A checagem da temperatura da câmara foi realizada duas vezes por dia. Foram consideradas plântulas normais aquelas cuja plúmula já havia ultrapassado o coleótilo e a raiz primária estava com comprimento mínimo de 0,5 cm. As contagens foram realizadas aos 10, 14, 21 e 28 dias após a semeadura, que consistiu no término do experimento.

c) Teste de tetrazólio em sementes remanescentes: após o término do período do teste de germinação, as sementes remanescentes em cada tratamento foram cortadas longitudinalmente através do embrião e do endosperma, mantendo-se as duas metades da cariopse ligadas pela lema e pálea, de acordo com a metodologia de Dias & Alves (2000), descrita nas RAS (2009), e submersas em solução de sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1% por 4 horas, sendo em seguida observadas em microscópio estereoscópio.

Os resultados foram analisados estatisticamente com auxílio do software WinStat, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e os fatores quantitativos avaliados com regressão polinomial.

4.3 Resultados e Discussão

Os tratamentos apresentaram diferenças estatísticas entre si pelo Teste de Tukey a 5%, para todas as variáveis analisadas no estudo. A porcentagem de germinação na primeira contagem (10 DAS), porcentagem de plântulas normais, anormais, percentual de sementes dormentes e mortas, além da viabilidade das sementes remanescentes e índice de velocidade de germinação (IVG) são apresentados na Tabela 6, e foram verificadas significâncias entre as cultivares, métodos de superação de dormência e cultivares x métodos de superação.

Tabela 6 – Variáveis-resposta de sementes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão, submetidas aos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Tratamentos Cultivares	T1 H ₂ SO ₄	T2 KNO ₃	T3 H ₂ SO ₄ +KNO ₃	T4 ST
% Normais – 1ª Contagem				
MG12 Paredão	57 Ab	87 Aa	86 Aa	69 Aab
Mombaça	1 Bc	69 Aa	66 Aa	38 Bb
CV (%)	22,9			
% Normais				
MG12 Paredão	58 Ab	88 Aa	87 Aa	71 Aab
Mombaça	1 Bc	74 Aa	67 Bab	42 Bb
CV (%)	21,4			
% Anormais				
MG12 Paredão	27 Aa	2 Ab	4 Ab	19 Bab
Mombaça	2 Bb	8 Ab	17 Aab	37 Aa
CV (%)	82,2			
% Dormentes				
MG12 Paredão	2 Ab	1 Ab	0 Ab	6 Aa
Mombaça	1 Ab	0 Ab	1 Ab	7 Aa
CV (%)	80,4			
% Mortas				
MG12 Paredão	14 Ba	9 Ba	9 Aa	6 Ba
Mombaça	98 Aa	19 Ab	16 Ab	15 Ab
CV (%)	22,5			
IVG				
MG12 Paredão	2,85 Ab	4,37 Aa	4,34 Aa	3,52 Aab
Mombaça	0,03 Bc	3,62 Aa	3,34 Ba	2,02 Bb
CV (%)	22,1			
Tetrazólio (%)				
MG12 Paredão	11 Ab	10 Ab	0 Ab	63 Aa
Mombaça	1 Ab	0 Ab	4 Ab	54 Aa
CV (%)	97,2			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Em relação à porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (10 dias após a semeadura), observa-se que a cultivar MG12 Paredão apresentou

resultado superior em relação a cultivar Mombaça em todos os tratamentos (Tabela 6), porém, a diferença estatística significativa foi observada somente no tratamento com escarificação química com H_2SO_4 (T1) e na testemunha (T4), com 57 e 69%, respectivamente. A cultivar Mombaça submetida ao tratamento com H_2SO_4 não apresentou bom desempenho germinativo conforme se esperou confirmar a partir dos resultados observados no capítulo 1 deste trabalho (49% de germinação). No presente estudo, a porcentagem de germinação das sementes de Mombaça submetidas à escarificação com H_2SO_4 foi muito aquém do esperado (1% de germinação aos 10 DAS), sendo inferior até em relação à testemunha (38%), o que de fato é curioso, haja vista que nessa fase do estudo, a escarificação química com H_2SO_4 não se mostrou eficiente, isoladamente, em relação ao potencial germinativo na primeira contagem, e não houve incremento significativo de germinação na porcentagem final (total de plântulas normais), conforme demonstra a Figura 11.

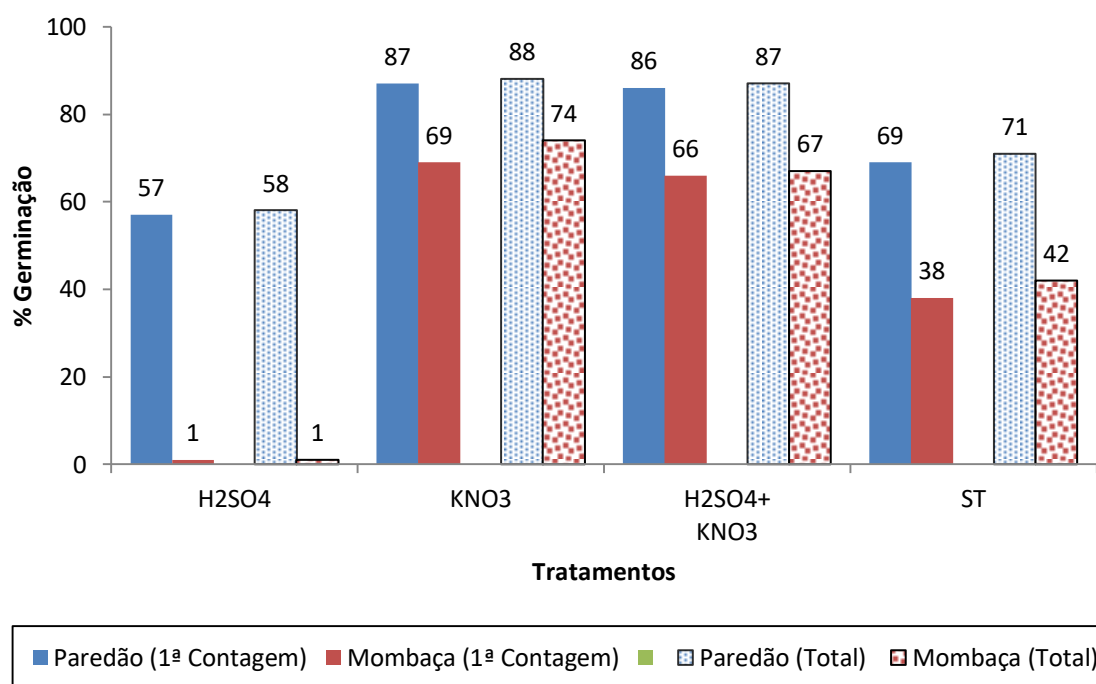


Figura 11 – Germinação de sementes (1ª contagem e total) de *Panicum maximum*, cv. Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Os resultados demonstram que o ácido sulfúrico proporcionou às sementes desempenho inferior aos demais tratamentos, não diferindo estatisticamente da testemunha na cultivar MG12 Paredão; e, do mesmo modo, para a cultivar Mombaça, o resultado foi inferior, inclusive comparado à testemunha, com diferença

estatística significativa pelo teste de Tukey. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Martins e Silva (1998), que, adicionando a condição “tempo de armazenamento”, observaram que em comparação com a testemunha, a escarificação ácida com H_2SO_4 reduziu significativamente a taxa de germinação de sementes da cultivar Colônia. Corroboram também os resultados de Toledo et al. (1995), que verificaram em diferentes cultivares de *Panicum maximum* que a germinação das sementes escarificadas com H_2SO_4 , foi inferior a das não escarificadas, mesmo quando não houve diferenças estatísticas significativas, revelando que o ácido sulfúrico provocou efeito prejudicial à germinação dos cultivares testados, em ensaio conduzido ao longo de aproximadamente 20 meses de armazenagem, com resultados de germinação decrescentes a medida que o tempo de armazenamento era prolongado.

Considerando o resultado da cultivar Mombaça na primeira fase desse experimento, descrita no capítulo I, observa-se que o comportamento da mesma submetida à escarificação química com H_2SO_4 por 1 minuto foi superior (46% de germinação na primeira contagem), ao passo que nessa fase (na qual as sementes tinham 120 dias de armazenagem), a escarificação química não respondeu de forma satisfatória (1% de germinação).

Os resultados contrastam com os obtidos por Carvalho (2015) com sementes de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, nos quais o pré-tratamento com H_2SO_4 permitiu melhoria nos caracteres germinativos quando comparado ao tratamento sem ácido, mostrando que tal tratamento além de aumentar a germinação, possibilita que a mesma ocorra de forma acelerada; enquanto o tratamento com KNO_3 não resultou em efeitos positivos para superação de dormência, sendo sugerido que o uso do KNO_3 poderia até ser dispensado para a cultivar. Observa-se na Figura 11 que o KNO_3 proporcionou um interessante resultado na germinação do *Panicum maximum*, sendo esse um tratamento eficiente para a superação da dormência.

Dias e Toledo (1993), afirmam que a presença de dormência em sementes de *Brachiaria* é superada pela utilização de ácido sulfúrico concentrado junto à alternância de luz e temperatura, além da presença de nitrato de potássio no substrato. Esse dado corrobora com os resultados do presente estudo no qual a associação dos tratamentos pré-germinativos (H_2SO_4 + KNO_3) proporcionaram resultados tais que não apresentaram diferença estatística entre ambas as cultivares, sendo 66% de germinação para a cultivar Mombaça e 86% para MG12

Paredão na primeira contagem e germinação total de 67% e 87% para Mombaça e MG12 Paredão respectivamente.

Da mesma forma, em T2 (KNO_3 a 0,1%) não ocorreu diferença estatística significativa entre as cultivares, mas em valores absolutos, MG12 Paredão também se mostrou superior à Mombaça com 87% de germinação na primeira contagem contra 69% da Mombaça, aumentando para 88% e 74% de germinação, respectivamente, permitindo afirmar que o teste de germinação nesses casos poderiam ter sido concluídos aos 14 dias após a semeadura, pois as sementes já haviam expressado seu máximo potencial germinativo. Logo, o tratamento com KNO_3 mostrou ser mais eficiente que o H_2SO_4 para ambas as cultivares, sendo observado também que a presença de fungos foi visualmente menor quando o KNO_3 foi empregado sem associação com o H_2SO_4 . Garcia e Cícero (1992) também observaram uma supremacia destacada do tratamento associado de H_2SO_4 e KNO_3 em lotes de *B. brizantha* cv. Marandu, sendo seguido pelo tratamento com utilização de H_2SO_4 . Ainda infere que a presença de H_2SO_4 nos tratamentos com melhores resultados sugere uma dormência física na cobertura da semente que pode provocar a impermeabilidade ao oxigênio, e que esse fator é encontrado em muitas espécies de gramíneas. O efeito positivo do KNO_3 nas sementes tratadas com H_2SO_4 , ainda segundo Garcia e Cícero (1992) sugere dormência química. Com referência a esta constatação, Carvalho & Nakagawa (2000), afirmam que a maioria dos casos em que o KNO_3 tem efeito na superação de dormência, é em sementes de gramíneas, pois nelas a dormência seria essencialmente devida à ocorrência de substâncias fixadoras de oxigênio localizadas no complexo película-pericarpo.

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) sofreu influência dos tratamentos no presente estudo. Conforme observado na Tabela 6 e demonstrado na Figura 12, a cultivar MG12 Paredão apresentou maior índice em todos os tratamentos, diferindo estatisticamente da cultivar Mombaça, exceto no tratamento com KNO_3 (T2) onde ambas tiveram IVG estatisticamente semelhantes. E o tratamento que se mostrou mais eficiente para estimular a germinação rápida das sementes foi T2 (4,37 para MG12 Paredão e 3,62 para Mombaça), seguido da associação de H_2SO_4 com KNO_3 (T3) que conferiram índices de 4,34 e 3,34 para MG12 Paredão e Mombaça respectivamente. Os resultados contrastaram com os observados por Cardoso et al. (2014) em *B. brizantha* MG-5 Vitória nos quais as

sementes escarificadas com H_2SO_4 apresentaram maiores índices de velocidade de germinação em comparação à testemunha.

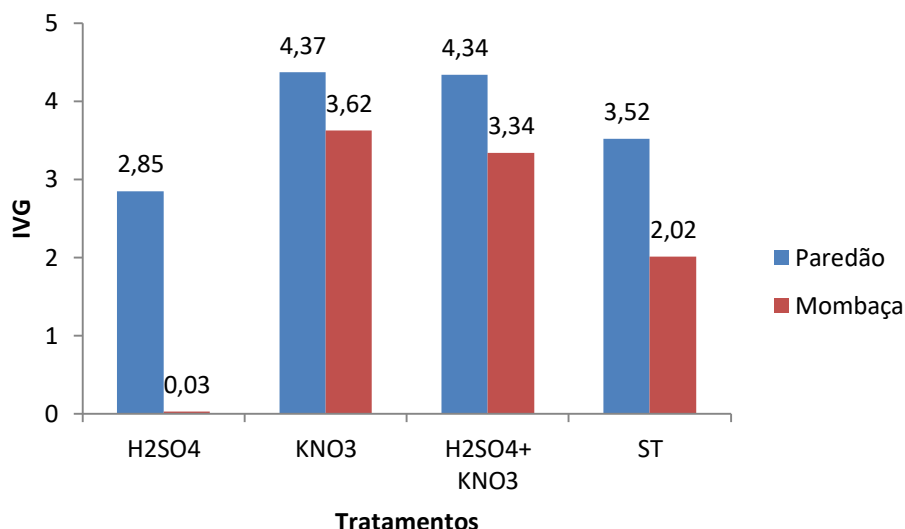


Figura 12 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

A porcentagem de plântulas anormais observadas no presente estudo está demonstrada na Figura 13. Nota-se que MG12 Paredão apresentou maior percentual de plântulas anormais comparada à Mombaça em T1 devido ao fato de essa cultivar (Mombaça) apresentar uma porcentagem muito elevada de sementes mortas/inviáveis nesse tratamento. Comparando com os resultados em T4, é possível verificar que a cultivar Mombaça apresentou maior porcentagem de plântulas anormais (37%) contra 19% da cultivar MG12. As principais anormalidades observadas nos tratamentos foram: desenvolvimento de raízes sem a parte aérea nos tratamentos com KNO_3 ; e raízes fracas, raízes ausentes, coleóptilo deformado e presença de fungos foram evidenciados nos tratamentos que passaram por escarificação química com H_2SO_4 . Assim, embora o tratamento com ácido sulfúrico mostre-se eficiente na superação da dormência em espécies forrageiras, como afirma Dias & Toledo (1993), tem sido relatado que os testes de germinação com sementes escarificadas com ácido sulfúrico exibem, invariavelmente, intensa ocorrência de microrganismos, tanto nas sementes como no substrato, dificultando a interpretação e avaliação das plântulas e, possivelmente, exercendo influência sobre o resultado final da análise.

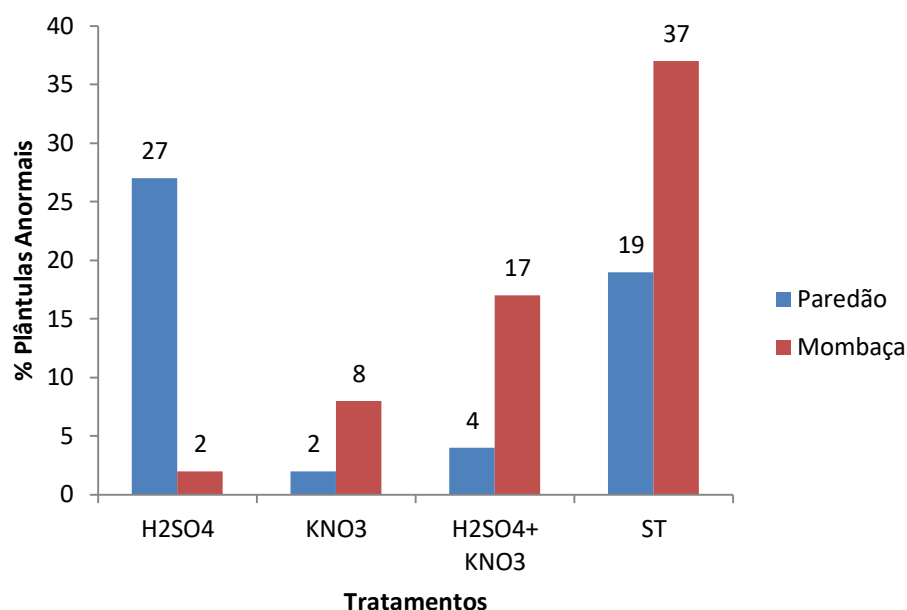


Figura 13 – Porcentagem de plântulas anormais observados no teste de germinação de sementes de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Dias & Toledo (1993) verificaram, que sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas ao ácido sulfúrico, aos 10 dias da semeadura apresentavam de modo evidente a presença de microrganismos, não diferindo estatisticamente das sementes sem tratamento, apesar de ter apresentado melhor desempenho germinativo, sugerindo que o ácido promoveu uma assepsia superficial das sementes. Resultados semelhantes foram observados por Garcia e Cícero (1992), nos quais grande quantidade de fungos foi verificada no substrato de germinação das sementes tratadas com H₂SO₄, embora a porcentagem de plântulas anormais tenha sido relativamente pequena.

A Tabela 6 também demonstra os resultados referentes ao número de sementes dormentes. Nota-se que não há diferença estatística na comparação dos resultados das cultivares dentro de cada tratamento pré-germinativo. Entretanto, quando comparados os resultados, considerando os tratamentos entre si, é possível inferir que o número de sementes dormentes é maior quando não é realizado nenhum método para a superação da dormência das sementes, independente da cultivar (Figura 14). Quando observado o número de sementes mortas, os resultados apresentam surpreendentemente uma média muito elevada nas sementes de Mombaça que receberam o tratamento com ácido sulfúrico (98% de sementes

mortas/inviáveis); e esse resultado diferiu estatisticamente comparado ao resultado expresso pela cultivar MG12 Paredão (14% de sementes mortas) em T1, e quando comparado aos demais tratamentos pré-germinativos, inclusive à testemunha que apresentou 15% de sementes mortas/inviáveis na cultivar Mombaça. A cultivar MG12 Paredão não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos pré-germinativos, mas apresentou resultado superior em valores absolutos (menor número de sementes mortas) quando comparada a cultivar Mombaça (Figura 15).

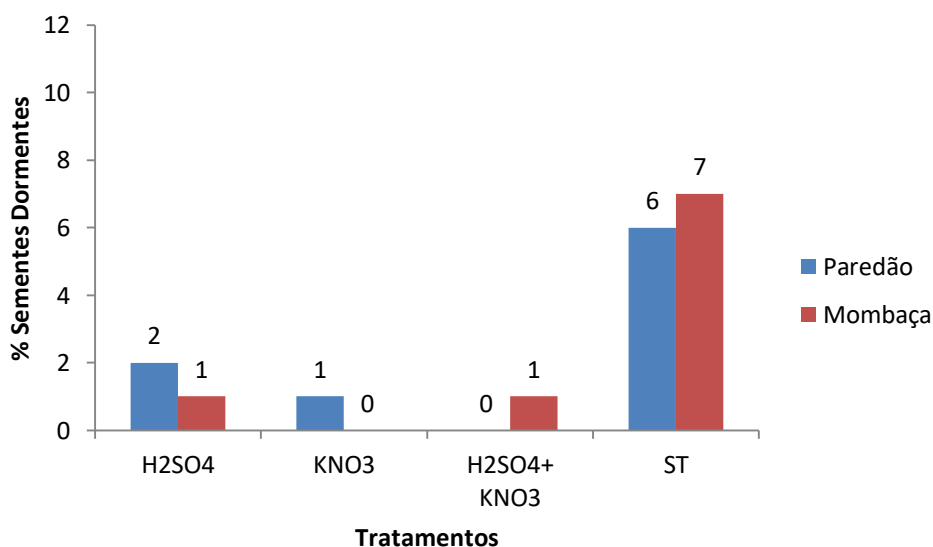


Figura 14 – Porcentagem de sementes dormentes de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

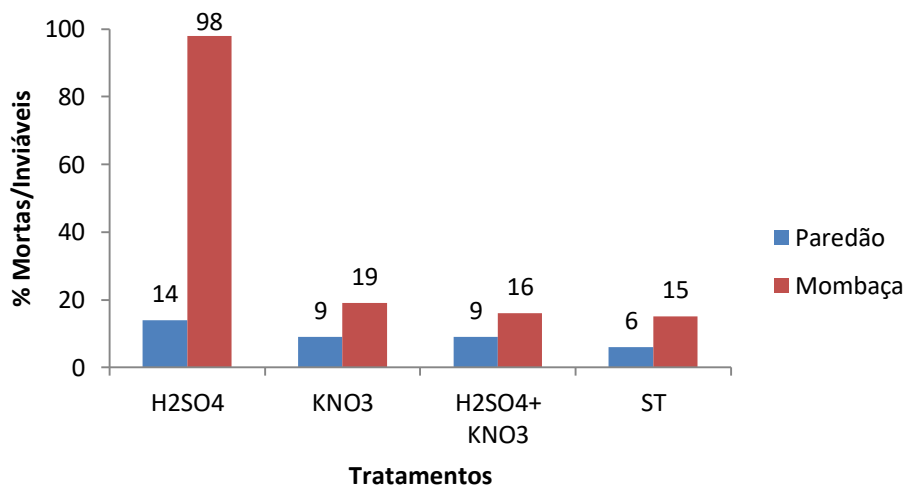


Figura 15 – Porcentagem de sementes mortas/inviáveis de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e MG12 Paredão submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. Cuiabá, 2020.

Vieira e Negano (2012) obtiveram resultados que mostraram que possivelmente o melhor método para superar a dormência da semente de *Panicum maximum* cv. Mombaça é a escarificação mecânica embora a escarificação química também tenha resultado em diferença estatística significativa quando comparada testemunha, levando o autor a sugerir que no campo, para uniformizar a germinação, as sementes sejam mecanicamente escarificadas antes da semeadura.

Pressupõe-se que existam condições e características nas cultivares em que o ácido sulfúrico, apesar de indicado pela RAS (Brasil, 2009), nem sempre seja o ideal na superação da dormência das sementes, pois além das características morfológicas das sementes de determinadas cultivares que possam estar associadas a diferentes respostas ao pré-tratamento com ácido sulfúrico, fatores como: sistema de produção, as condições edafoclimáticas, o processamento da semente, as condições e tempo de armazenamento e o vigor inicial das sementes devem ser levados em consideração. (VELA et al., 2017; GARCIA e CÍCERO, 1992; CARDOSO et al., 2014).

Ao término do teste padrão de germinação (28 DAS), foram contabilizadas as sementes não germinadas em cada tratamento, e as mesmas foram submetidas ao teste de tetrazólio para verificar se estavam viáveis. A Tabela 7 traz a porcentagem de sementes remanescentes em cada tratamento, e a porcentagem de sementes viáveis a partir dessa informação. Nota-se que as sementes sem tratamento para superação de dormência apresentam maior percentual de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio, indicando que as sementes apresentavam dormência e por isso não germinaram. Observa-se, entretanto, que MG12 Paredão apresentou menor porcentagem de sementes remanescentes comparada a Mombaça e maior percentual de sementes remanescentes viáveis. E os tratamentos com KNO_3 e $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$, guardadas as devidas proporções, mostram-se eficientes para a superação de dormência em ambas as cultivares.

Conforme apresentado na Tabela 7, a cultivar Mombaça submetida ao tratamento T1 sobressaiu-se em relação à porcentagem de sementes remanescentes não germinadas (97%), dentro do período do teste padrão de germinação e, como ilustrado na Figura 16, a viabilidade resultante do teste de tetrazólio nas sementes remanescentes demonstram que o efeito do ácido sulfúrico contrariou a hipótese de superação de dormência, demonstrando que as sementes de Mombaça podem ter sofrido efeito negativo a partir do tratamento em questão.

Tabela 7 – Sementes remanescentes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão ao fim do teste de germinação (28 DAS). Cuiabá, 2020.

Id. Trat.	Cultivar	TSD*	% Total Remanescentes	Remanescentes Viáveis (%)
T1	Mombaça	H ₂ SO ₄ 1 min	97	2
T2	Mombaça	KNO ₃ a 0,1%	11	0
T3	Mombaça	H ₂ SO ₄ + KNO ₃	9	4
T4	Mombaça	S/ tratamento	17	54
T5	Paredão	H ₂ SO ₄ 1 min	13	11
T6	Paredão	KNO ₃ a 0,1%	10	10
T7	Paredão	H ₂ SO ₄ + KNO ₃	9	0
T8	Paredão	S/ tratamento	8	63

*TSD= Tratamento para Superação de Dormência

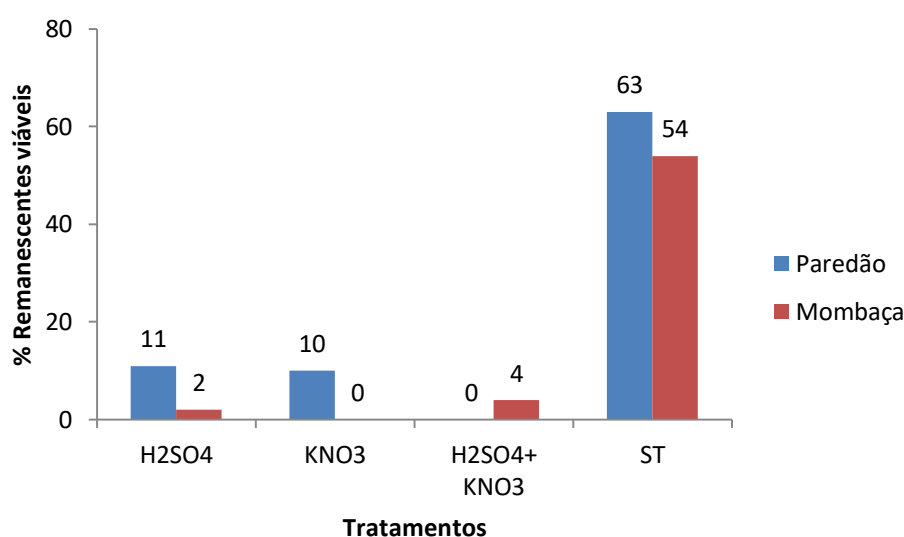


Figura 16 – Médias dos resultados do Teste de Tetrazólio em sementes remanescentes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão. Cuiabá, 2020.

Assim também foi observado por Vela et al. (2017) em estudo sobre a superação de dormência em sementes de *B. brizantha*, cv. Marandu, onde notou-se que o ácido sulfúrico pode ter acarretado prejuízos à germinação das sementes, provavelmente em decorrência do mesmo ser um ácido mineral agressivo e ter prejudicado parte da composição física das sementes, implicando em danos ao seu desenvolvimento. Essa conclusão é defendida também por Dias e Alves (2008), por ter sido verificado que o ácido sulfúrico também foi prejudicial para as sementes não dormentes de *Brachiaria*, nas avaliações das duas últimas épocas de ensaio.

4.4 Conclusões

- Associar a escarificação química com ácido sulfúrico por 1 minuto com saturação do substrato com KNO_3 a 0,1% proporciona resultados satisfatórios na germinação de sementes de *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e MG12 Paredão;
- A cultivar MG12 Paredão apresentou melhor performance quando comparada à Mombaça e quando submetida aos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência, apresentando o potencial máximo de germinação aos 14 dias após a semeadura;
- A escarificação química com H_2SO_4 por 1 minuto nessa etapa do estudo não foi eficiente na superação de dormência;
- O KNO_3 a 0,1% é muito eficiente para a superação de dormência das sementes de *Panicum maximum* e proporciona um excelente desenvolvimento radicular.

5 Considerações Finais

O presente trabalho permitiu abrir perspectivas para outros ensaios, como por exemplo: a influência do tempo de armazenamento em câmara seca no potencial germinativo; e a avaliação da interferência de micro-organismos no processo germinativo e a relação da mesma com a escarificação química. Tais estudos se justificam pelo potencial de inovar as tomadas de decisão no controle de qualidade na produção de sementes, pela possibilidade da sugestão de metodologias que propiciem ganho em tempo, qualidade e otimização de recursos para a oferta de sementes de forrageiras tropicais com maior qualidade no mercado.

Os resultados observados trazem também interessantes questionamentos acerca da duração do teste de germinação para a espécie *Panicum maximum*. Embora no primeiro capítulo as contagens diárias tenham se estendido até o 28º dia após a semeadura (DAS), foi observado que a partir do 20º dia o número de sementes germinadas foi mínimo (1 semente germinada variando de acordo com o tratamento, sendo a maioria dos tratamentos apresentando zero sementes germinadas). Logo, até o 20º dia depois de semeadas, as sementes já haviam

expressado seu máximo potencial germinativo. No mesmo sentido, o KNO_3 (capítulo II) apresentou resultados que demonstraram que o máximo potencial germinativo das sementes já havia sido atingido aos 21 DAS. E quando os tratamentos pré-germinativos foram associados ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3$) no capítulo III, foi possível observar que o teste de germinação poderia ter sido encerrado aos 14 DAS, pois não houve mais nenhuma semente germinada após esse período para ambas as cultivares.

Portanto, guardadas as devidas proporções, cabe analisar a perspectiva de realizar novos experimentos nos quais seja possível determinar um tempo de duração do teste de germinação para *Panicum maximum* que proporcione um resultado condizente com a expectativa de resposta em campo; isso de fato seria de grande valia para o controle interno de qualidade, gerando maior agilidade na entrega dos resultados.

6 Referências Bibliográficas

Anuário brasileiro de sementes 2019 / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 72 p. : il.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; GOMES, L. A. A.; VIEIRA, A. R.; JÁCOME, M. F. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 100-109, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n4/12.pdf>. Acesso em 20/04/2020.

ALENCAR, K.M.C; LAURA, V.A., CONTREIRAS-RODRIGUES, A.P.D.; RESENDE, R.M.S. Tratamento térmico para superação da dormência em sementes de *Stylosanthes* SW. (fabaceae papilionoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, vol.31 no.2, Londrina, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200019>. Acesso em 20/02/2020.

AZANIA, C.A.M. et al. Superação da dormência de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). **Planta daninha**, v.27, n.1, p.23-27, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v27n1/a04v27n1.pdf>. Acesso em: 23/03/2020.

BINOTTI, F.F. da S.; SUEDA JUNIOR, C.I.; CARDOSO, E.D.; HAGA, K.I.; NOGUEIRA, D.C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 9, núm. 4, 2014, pp. 614-618. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119032902022>. Acesso em 12/12/2019.

BONOME, L. T. S.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRA, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 422-428, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n3/v30n3a06.pdf>. Acesso em 11/04/2020.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei de Sementes e Mudanças nº 10.711/2003 de 05 de agosto de 2003**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 05 ago. 2003, 22p.

CÂMARA, H. H. L. L.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 32, n. 1, p. 21-28, 22 nov. 2007. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2436>. Acesso em 10/12/2019.

CARDOSO, E.D.; SÁ, M.E.; HAGA, K.I.; BINOTTI, F.F.S.; COSTA, E. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do

condicionamento osmótico. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v.2, n.2, p.42-48, 2015. Disponível em: <http://periodicos.uems.br/novo/index.php/>. Acesso em 20/04/2020.

CARDOSO, E.D.; SÁ, M.E.; HAGA, K.I.; BINOTTI, F.F.S.; NOGUEIRA, D.C.; VALÉRIO FILHO, W.V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 21-38, jan./fev. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/117588/WOS000340334000002.pdf?sequence=1>. Acesso em 20/02/2020.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v.3, n.4, p.619-631. 2009. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=CARDOSO%2C+V.+J.+M.+Conceito+e+classifica%C3%A7%C3%A3o+da+dorm%C3%Aancia+em+sementes.+Oecologia+Brasiliensis%2C+v.3%2C+n.4%2C+p.619-631.+2009.&og=CARDOSO%2C+V.+J.+M.+Conceito+e+classifica%C3%A7%C3%A3o+da+dorm%C3%Aancia+em+sementes.+Oecologia+Brasiliensis%2C+v.3%2C+n.4%2C+p.619-631.+2009.&aq=chrome..69i57.1351j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>

CARVALHO, F.J.; AGUIAR, L.M.; SOUSA, L.A. Uso do ácido sulfúrico e nitrato de potássio no teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.2, n.04; p. 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_020. Acesso em 23/03/2020.

CARVALHO, N.M. DE; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CHIARI, L. **Artigo: Mercado ilegal de sementes forrageiras: perda para toda a cadeia.** Embrapa Gado de Corte. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3255925/artigo-mercado-ilegal-de-sementes-forrageiras-perda-para-toda-a-cadeia>. Acesso em 29/03/2020.

CORRÊA, L.A. **Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiaria e Cynodon.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 36p.; (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos 34). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697407/1/Documentos340.pdf>. Acesso em 30/03/2020.

COSTA, C.J., ARAÚJO, R.B.; BÔAS, H.D.C.V. Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41:519-524, 2011. Disponível em: doi: 10.5216/pat.v41i4.15100.

CAVALLI, J. Estratégia de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani. Orientador: Bruno Carneiro e Pedreira. 2016. 83f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Sinop, MT, 2016. Disponível em:

<https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/7377771f59745456a7e1c6a60fdb216.pdf>. Acesso em 11/04/2020.

DIAS, D.C.F.S.; TOLEDO, ES. F.F. DE. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Scientia Agricola Piracicaba**. Vol 50 (1). p. 68-76, fev./ maio,1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sa/v50n1/11.pdf>

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria Brizantha* (Hochst. ex a. Rich) Stapf. pelo teste de Tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, n. 3, p.145-151. (2008). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000300019>. Acesso em 20/04/2020.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. **Teste de tetrazólio em sementes de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha***. Londrina IAPAR, 2000. 11p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Corte. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela embrapa gado de corte. *Panicum maximum* cv. Mombaça**. 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/81571870-Relatorio-de-avaliacao-dos-impactos-das-tecnologias-geradas-pela-embrapa-gado-de-corte.html>. Acesso em 03/05/2020.

FARON, M. L. B.; PERECIN, M. B.; LAGO, A. A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B. Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. E *H. brasiliense* Choisy. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.193-199, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v63n2/21368.pdf>. Acesso em 10/04/2020.

Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde. **Importância da qualidade das sementes**. Soja - 2013/2014. Disponível em: <http://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/sementes-de-alto-vigor/>. Acesso em: 11/04/2020.

GARCIA, J. & CÍCERO, S.M. Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu'. **Scientiae Agrícola**, Piracicaba, vol. 49, n. spe., p. 9-13. 1992. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sa/v49nspe/02.pdf> . Acesso em: 30/03/2020.

GASPAR-OLIVEIRA, C.M.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Duração do teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf1. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 3, p.030-038, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n3/05.pdf>. Acesso em 10/01/2020.

JANK, L. A História do *Panicum maximum* no Brasil. **Revista JC Maschietto**, ano 01, nº 01, ago. 2003. Disponível em: http://www.jcmaschietto.com.br/index.php?link=artigos&sublink=artigo_6. Acesso em 10/01/2020.

JOSÉ, M.R. O negócio de sementes forrageiras tropicais no Brasil. **Seednews**, edição XX, n. 03. Maio, 2016. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/556-o-negocio-de-sementes-forrageiras-tropicais-no-brasil-edicao-maio-2016>.

KARAM, D.; SILVA, A.A.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, M.F.; MOURÃO, S.A. Manejo das forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* consorciadas com o milho em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Embrapa - Circular Técnica 130 – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. ISSN 0100-9915. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/658667/1/Circ130.pdf>. Acesso em 10/01/2020.

LACERDA, M.J.R.; CABRAL, J.S.R.; SALES, J.F.; FREITAS, K.R.F.; FONTES, A.J.F. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. “Marandu”. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 823-828, out./dez. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/7589/6677>. Acesso em 10/01/2020.

LOPES, H. M.; MENEZES, B. R. S.; SILVA, E. R. S.; RODRIGUES, D. L. Condicionamento fisiológico de sementes de cenoura e pimentão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 296-302, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrar/comportamento%20germinativo.pdf>. Acesso em 20/04/2020.

MACEDO, E. C.; GROTH, D.; LAGO, A. A. Efeito de escarificação com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 455-460, 1994. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4075/1366>. Acesso em 03/04/2020.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p. 2015.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230p., 1987. Pagina 55 e 56.

MARTINS, L.; SILVA, W. R. Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 997-1003, jul. 2001. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6222>. Acesso em 10/01/2020.

MATSUDA SEMENTES. ***Panicum maximum* cv. MG12 Paredão**. ©2020. Disponível em: <https://sementes.matsuda.com.br/br/produto/mg-12-paredao/>. Acesso em 01/05/2020.

MCIVOR, J. G.; HOWDEN, S. M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v. 25, n. 3, p. 214-222, 2000. – Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1442-9993.2000.01026.x>. Acesso em 10/03/2020.

MESCHEDE, D. K.; SALES, J. G. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim Braquiária cultivar Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº 2, p.76-81, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n2/24492.pdf>. Acesso em: 23/01/2020.

MONTEIRO TMA; SANTOS PCM; SILVA CS; SILVA DEM; PEREIRA BWF; FRANÇA SKS; JÚNIOR JFS; FREITAS JMN. 2008. Ação do nitrato de potássio na germinação de sementes de pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira** v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), S2411-S2414, jul-ago. 2008. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_2/A1338_T2724_Comp.pdf. Acesso em 10/04/2020.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: **Vigor de Sementes: conceitos e testes** / Editores Francisco Carlos Krzyzanowski; Roberval Daiton Vieira; José de Barros França Neto; Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

NASCIMENTO, H.L.B. **Cultivares de *Panicum maximum* adubadas e manejadas com frequência de desfolhação correspondente a 95% de interceptação luminosa**. Orientador: Fernanda Helena Martins Chizzotti. 2014. 67f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6402/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11/04/2020.

NERES, M. A.; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, P. S.R.; OLIVEIRA, E. Características estruturais de cultivares de *panicum maximum* jacq. em função da adubação nitrogenada. In: **Scientia Agraria Paranaensis / Unioeste**. S416s Campus de Marechal Cândido Rondon. Centro de Ciências Agrárias. — v. 7, n.1/2 (2008). P. 35 – 44. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/2050>. Acesso em: 20/03/2020.

PÁDUA, M.V.B. **Qualidade de sementes de forrageira comercializadas no município de Cáceres-MT**. Orientador: Severino de Paiva Sobrinho. 2015. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT, 2015. Disponível em: http://portal.unemat.br/media/files/Marcus-Padua_QUALIDADE-DE-SEMENTES-DE-FORRAGEIRA-COMERCIALIZADAS-NO-MUNICIPIO-DE-CACERES-MT.pdf. Acesso em 02/02/2020.

PESKE, S. T.; BARROS, C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. **Produção de Sementes**. In: PESKE, S. T.; VILELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. 4 ed. Pelotas: Editora Becker e Peske, 579p. 2019. Pagina 35

PORTO, E.M.V.; DAVID, A.M.S. DE S.; ALVES, D.D.1; SILVEIRA, J.R.; AMARO, H.T.R.; ASSIS, M.O.; ALBUQUERQUE, C.J.B. **Superação de dormência em sementes de gramíneas forrageiras utilizando tratamentos térmicos**. VIII Simpósio de Ciências da UNESP – Dracena IX Encontro de Zootecnia da UNESP – Dracena, SP. 26 e 27 de setembro de 2012. Disponível em: <https://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/SICUD2012/024.pdf>. Acesso em 11/04/2020.

SANTOS, L.D.C.; BENETT, C.G.S.; SILVA, K.S.; SILVA, L.V. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426, May/June 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/8073/7557>. Acesso em 09/01/2020.

SOUZA, M.T.C. **Seleção de cultivares de forrageiras para o agreste alagoano**. Orientador: Janaina Azevedo Martuscello. 2010. 53 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, AL, 2010. Disponível em: <http://www.ufal.edu.br/ceca/pt-br/pos-graduacao/zootecnia/dissertacoes/mariah-tenorio-de-carvalho-souza>. Acesso em 11/04/2020.

SOUZA, F.H.D. As sementes de espécies forrageiras tropicais no Brasil. Campo Grande, MS, EMBRAPA/CNPQC, 1980. 51p. (**Circular Técnica, 41**). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/321900/1/Assementesdespeciesforrageiras.pdf>. Acesso em 18/03/2020.

TERNUS, R. M.. **Avaliação dos resultados de qualidade de sementes obtidos na execução do controle externo, no estado de Santa Catarina (2013-2015)**, 2017. 110f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4041>

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 29, n. 1. Londrina. Abril, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222007000100018. Acesso em 20/04/2012.

TOLEDO, F.F. DE; CHAMMA, H.M.C.P.; NOVENBRE, A.D.L.C. Germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq. pré-tratadas com ácido sulfúrico. **Sci. Agric., Piracicaba**, 52(1): 20 – 24, jan./abr., 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v52n1/04.pdf>. Acesso em 30/01/2020.

TOLEDO, F.F.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Quantidades de solução de nitrato de potássio e a germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq. **Scientia Agricola**, vol.51 no. 3. Piracicaba Sept./Dec. 1994. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161994000300010. Acesso em 10/04/2020.

TOMAZ, C.A. **Duração do teste de germinação do capim - Tanzânia**. Orientador: Cibele Chalita Martins. 2009. 38 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual

Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86437/tomaz_ca_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 02/02/2020.

TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; CARVALHO, L. R.; NAKAGAWA, J. Duração do teste de germinação do capim Tanzânia. *Revista Brasileira de Sementes. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes*, v. 32, n. 4, p. 80-87, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/5982>.

TORRES, F. E.; ANDERSON, J. P.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. G.; SILVA, F. A. Eficiência de tratamentos químicos e térmico na quebra de dormência de três espécies de *Brachiaria*. *Revista de Ciências Agrárias*, 2016, 39(2): 210-215. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v39n2/v39n2a04.pdf>. Acesso em 10/04/2020.

VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M.F.L. Capim Massai (*Panicum maximum* Jacq.): nova forrageira para diversificação das pastagens no Acre. **Embrapa - Circular Técnica 41 – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. ISSN 0100-9915. Rio Branco, Acre. Outubro, 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/498476/capim-massai-panicum-maximum-jacq-nova-forrageira-para-a-diversificacao-das-pastagens-no-acre>. Acesso em 03/02/2020.

VELA, R.S., MOTERLE, L.M., SANTOS, R.F., CHICHANOSKI, C., BRACCINI, A.L. Quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. *Revista de Ciências Agrárias*, 2018, 41(2): 327-335. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v41n2/v41n2a05.pdf>. Acesso em 03/05/2020.

VIEIRA, M. A.; NEGANO, N.R. Efeito da escarificação mecânica e química na dormência da semente de *Panicum maximum* cv. Mombaça. *Colloquium Agrariae*, vol. 8, n. Especial, jul-dez, 2012. Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/EFEITO%20DA%20ESCARIFICA%C3%87%C3%83O%20MEC%C3%82NICA%20E%20QU%C3%8DMICA%20NA%20DORM%C3%8ANCIA%20DA%20SEMENTE%20DE%20PANICUM%20MAXIMUM%20CV.%20MOMBA%C3%87A.pdf>. Acesso em 28/04/2020.

VILELA, H. **Série gramíneas tropicais – Gênero *Panicum* (*Panicum maximum* – Colômbio Capim)**. [S.], c2009. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_panicum_colon.htm. Acesso em: 29/03/2020.