

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAPIM  
HUMIDÍCOLA**

**Thaís Soares Pereira**  
Engenheira Agrônoma

**2020**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAPIM  
HUMIDÍCOLA**

**Thaís Soares Pereira**

**Orientador: Profa. Dra. Cibele Chalita Martins**

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

**2020**

P436s      Pereira, Thaís Soares  
              Superação de dormência de sementes de capim  
              humidícola / Thaís Soares Pereira. -- Jaboticabal,  
              2020  
              49 p. : tabs.

              Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual  
              Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e  
              Veterinárias, Jaboticabal  
              Orientadora: Cibele Chalita Martins

              1. Sementes. 2. Gramínea. 3. Dormência  
              (Biologia). 4. Capineira. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAPIM HUMÍDICO


AUTORA: THAÍS SOARES PEREIRA

ORIENTADORA: CIBELE CHALITA MARTINS

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

  
Profa. Dra. CIBELE CHALITA MARTINS  
Departamento de Produção Vegetal (Fitotecnia) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Dra. VIVIANE FORMICE VIANNA  
FATEC / Jaboticabal/SP

  
Prof. Dr. MATHEUS SARAIVA BIANCO  
UNIARA / Araraquara/SP

Jaboticabal, 18 de fevereiro de 2020

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**THAIS SOARES PEREIRA** –nascida em Eunápolis-BA, no dia 22 de julho de 1993, filha de Almerinda Soares e Tadeu Pereira. Formada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Paragominas-PA, no ano de 2017. Foi bolsista de iniciação científica do CNPq e FAPESPA pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Paragominas-PA, nos anos de 2012 a 2014 e desenvolveu projetos na área de Bioquímica e Fisiologia Vegetal sob orientação do Prof. Dr. Allan Klynger da Silva Lobato. Foi bolsista CAPES no Programa Ciência sem Fronteiras na University of Arkansas no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 e fez Summer Internship no Agroecology Gaudin Lab na University of California Davis. Em março de 2018 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), com linha de pesquisa em Produção e Tecnologia de Sementes, sob orientação da Profa. Dra. Cibele Chalita Martins, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Câmpus de Jaboticabal-SP.

“Sem metas inalcançáveis  
e dispensados de corresponder  
às expectativas alheias.  
Façamos o viver ser bom.  
Só isso”

Pe. Fábio de Melo

Aos meus pais Almerinda e Tadeu,  
E à minha irmã Talitha,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelas bênçãos concedidas e por me iluminar nesta jornada.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal**, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

**Aos docentes do programa**, pelos conhecimentos transmitidos.

À **Professora Dra. Cibele Chalita Martins**, pela orientação, paciência, disponibilidade, ensinamentos, incentivos e conselhos dados durante todo o período de realização do mestrado, contribuindo com meu crescimento acadêmico, profissional, científico e humano.

À CAPES, pois, o presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)** - Código de Financiamento 001.

Ao **Grupo Facholi, à Germisul Sementes e Pastagem, e à Sementes Oeste Paulista** pela doação das sementes utilizadas no projeto.

Aos membros da banca examinadora, **Dr. Matheus Bianco e Dra. Viviane Vianna** pelas valiosas contribuições.

Aos **meus pais**, minha fonte de sabedoria, por toda a dedicação, confiança, amor, paciência e apoio incondicional, contribuindo diretamente para que eu tivesse uma jornada mais prazerosa.

À **minha irmã** pelo apoio, carinho e por sempre me incentivar.

Aos companheiros do Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes **Tatiane, Renato, Breno, Ana Sara e José** pela ajuda nos trabalhos, pela troca de experiências durante todo esse período e, principalmente, pela amizade que levarei sempre comigo.

Às amigas **Bruna Oliveira, Ludhanna e Welliny**, que me recepcionaram e me acolheram desde o meu primeiro dia em Jaboticabal.

Aos amigos, **Calisto, Camila, Diandro, Gustavo André, Mariane, Matheus, Maynumi e Nicole de Paula**, que fiz durante minha estadia em Jaboticabal e que



foram essenciais nesse período da minha vida e me proporcionaram momentos de alegria e descontração.

Aos meus amigos de longa data, **Bárbara, Beatriz, Bianca, Bruna Horchulhack, Carol, Elvino, Emilly, Hanna, Ivy, Jayne, João, Leonora, e Nicole Giatti**, pois sempre estiveram ao meu lado, mesmo distantes.

Enfim, a todos que de alguma forma estavam presentes nesse período, seja por contribuições ao trabalho, por compartilhamento de conhecimentos ou pelos momentos de descontração importantes para uma boa saúde mental, meu carinho, respeito e gratidão.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....</b>	<b>1</b>
1 Introdução .....	1
2 Revisão de Literatura .....	2
2.1 Gênero <i>Urochloa</i> .....	2
2.2 <i>Urochloa humidicola</i> .....	3
2.3 Produção de sementes .....	4
2.4 Dormência de sementes .....	5
2.5 Superação de dormência em sementes de <i>Urochloa</i> .....	7
3 Referências .....	9
<b>CAPÍTULO 2 – Nitrato de potássio na superação da dormência de sementes de <i>Urochloa humidicola</i> cv. Comum .....</b>	<b>16</b>
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
1 Introdução .....	18
2 Material e Métodos.....	19
3 Resultados e Discussão .....	21
3.1 Primeira etapa da pesquisa.....	21
3.2 Segunda etapa da pesquisa.....	27
4 Conclusões.....	31
5 Referências .....	32
<b>CAPÍTULO 3 - Tratamentos térmicos na superação da dormência de sementes de <i>Urochloa humidicola</i> cv. Comum .....</b>	<b>36</b>

RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
1 Introdução .....	38
2 Material e Métodos.....	39
3 Resultados e discussão.....	41
4 Conclusões.....	46
5 Referências .....	46
<b>CAPÍTULO 4 – Considerações finais .....</b>	<b>49</b>

## SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAPIM HUMIDÍCOLA

**RESUMO** – A pecuária no Brasil demanda grande volume de sementes forrageiras com alta qualidade, especialmente de sementes de *Urochloa* spp., as quais apresentam baixa porcentagem de germinação em virtude da dormência imposta ao gênero. Neste contexto, com o presente trabalho objetivou-se identificar tratamentos capazes de superar a dormência e promover a germinação de sementes de *Urochloa humidicola* passíveis de aplicação pelas empresas de beneficiamento de sementes. Os ensaios foram efetuados no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP. No segundo capítulo, o experimento foi desenvolvido com o objetivo de identificar um tratamento para a superação da dormência e promoção da germinação das sementes de *U. humidicola* cv. Comum passível de aplicação pelas unidades de beneficiamento de sementes. Foram avaliados em três lotes de sementes de *U. humidicola* cv. Comum os seguintes tratamentos: testemunha (sem tratamento), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) por 10 minutos, umedecimento do substrato de germinação com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) (0,2%) e imersão em KNO<sub>3</sub> nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% por períodos de 12, 24, 36 e 48 horas, seguida por secagem à sombra. Identificou-se que a imersão das sementes em solução de KNO<sub>3</sub> é eficiente para a superação da dormência e promoção da germinação e, visando a utilização pelas empresas, a solução de KNO<sub>3</sub> 4% por 24 horas é o tratamento mais indicado. No capítulo três, objetivou-se com o trabalho, identificar tratamentos térmicos capazes de superar a dormência de sementes de *U. humidicola* cv. Comum. Três lotes de sementes foram submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha (sem tratamento), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) por 10 minutos, umedecimento do substrato de germinação com KNO<sub>3</sub> (0,2%), tratamentos térmicos de 40, 55, 70 e 85 °C por períodos de exposição de 4, 8, 12 e 16 horas em estufa com circulação forçada de ar. Somente a imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e umedecimento do substrato de germinação com KNO<sub>3</sub> são técnicas eficientes na superação da dormência e promoção da germinação e vigor das sementes de modo independente dos lotes. Quanto aos tratamentos térmicos, em virtude da qualidade fisiológica inicial dos lotes, os mesmos apresentam comportamento diferenciado frente aos tratamentos. Dependendo do lote, os tratamentos 55 °C/8 e 16 h; 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h são eficientes na superação da dormência, que não necessariamente é revertida em elevação do desempenho fisiológico e da germinação.

**Palavras-chave:** Brachiaria, germinação, gramínea forrageira, vigor

## OVERCOMING HUMIDICOLA GRASS SEED DORMANCY

**ABSTRACT** – Livestock in Brazil demands a high volume of high quality forage seeds especially *Urochloa* spp. seeds, which have a low germination percentage due to the dormancy imposed on species. In this context, this study aimed to identify treatments capable of overcoming dormancy and promoting the germination of *Urochloa humidicola* seeds that can be applied by seed processing units. The essays were carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Plant Production Department of the Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária at UNESP. In the second chapter, the experiment was developed with the objective of identifying a treatment for overcoming dormancy and promoting the germination of *U. humidicola* cv. Comum amenable to application by seed processing units. They were evaluated in three seed lots of *U. humidicola* cv. Comum the following treatments: no treatment, immersion in  $H_2SO_4$  (98%, 36N) for 10 minutes, moistening of the germination substrate with potassium nitrate ( $KNO_3$ ) (0,2%) and immersion in  $KNO_3$  at concentrations 0, 2, 4, 6 e 8% for periods of 12, 24, 36 e 48 hours followed by shade drying. It was identified that the immersion of seeds in  $KNO_3$  solution is efficient for overcoming dormancy and promoting germination and, aiming at the use by seed processing companies, the  $KNO_3$  4% solution for 24 hours is the most indicated treatment. In chapter three, the objective was to identify heat treatments capable of overcoming dormancy of *U. humidicola* cv. Comum. They were evaluated in three seed lots of *U. humidicola* cv. Comum the following treatments: no treatment, no treatment, immersion in  $H_2SO_4$  (98%, 36N) for 10 minutes, moistening of the germination substrate with  $KNO_3$  (0,2%), heat treatments of 40, 55, 70 and 85 ° C for periods of exposure of 4, 8, 12 and 16 hours. Only the immersion of the seeds in  $H_2SO_4$  and moistening of the germination substrate with  $KNO_3$  are efficient techniques for overcoming dormancy and promoting seed germination and vigor independently of the lots. As for heat treatments, due to the initial physiological quality of the lots, they show a different results compared to the treatments. Depending on the lot, heat treatments (55 °C/8 e 16 h; 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h) are efficient in overcoming dormancy, which is not necessarily reversed in increasing physiological performance and germination.

**Keywords:** Brachiaria, forage grasses, germination, vigor

## CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

### 1 Introdução

O setor agropecuário brasileiro tem evoluído ao longo das últimas décadas e o Brasil se consolidou como o detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo (Terra et al., 2019). O país é um dos maiores exportadores de carne bovina e possui projeções de aumento significativo na produção de carne nos próximos anos (ABIEC, 2019) com potencial para suprir grande parte da crescente demanda mundial por proteína animal. Isto ocorre em função de uma série de fatores como: disponibilidade de terras, condições climáticas favoráveis à produção de grãos e pastagens, e tecnologias para a produção em clima tropical (Pezzopane et al., 2019).

Diferentemente dos demais países produtores de carne bovina, no Brasil a produção de ruminantes ocorre predominantemente em sistema de cultivo extensivo, em regime de pastagem (Sversutti e Yada, 2018; Pezzopane et al., 2019). Segundo os dados do Censo Agropecuário de 2017, as pastagens plantadas representam mais de 112 milhões de hectares e as pastagens naturais ocupam aproximadamente 47,3 milhões de hectares, correspondendo a aproximadamente 45% da área das propriedades agrícolas do País (IBGE, 2019a, 2019b).

Dentre os diversos gêneros de gramíneas forrageiras que se apresentam como opções para a formação de pastagem, o gênero *Urochloa* se destaca como um dos mais cultivados devido à sua adaptação às diferentes condições edafoclimáticas e de manejo da pastagem (Cardoso et al., 2014; Porto, 2017). Além disso, a pastagem com espécies desse gênero, quando bem manejada, possui valores nutricionais capazes de proporcionar ganho animal, apresentando maior viabilidade econômica (Crispim e Branco, 2002).

Entretanto, assim como a maioria das gramíneas forrageiras, as sementes do gênero *Urochloa* comumente apresentam dormência, o que impede a germinação e emergência das plântulas no campo e conseqüentemente afeta o estabelecimento das pastagens (Costa et al., 2011; Lima et al., 2015). As Regras para Análise de Sementes (RAS) recomendam o uso de ácido sulfúrico para a superação da dormência das

sementes deste gênero (Brasil, 2009). Porém, alguns autores afirmam que essa metodologia pode comprometer a viabilidade das sementes (Almeida, 2002).

As pesquisas têm estudado o efeito do uso de temperaturas elevadas (Almeida e Silva, 2004) e também o efeito da solução de nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) (Binotti et al., 2014) como metodologias para a superação da dormência em sementes de gramíneas forrageiras. Todavia, permanecem dúvidas relacionadas à quantificação de calor para cada espécie e cultivar e às concentrações da solução de  $KNO_3$  e tempo de imersão para cada espécie e cultivar.

Assim, objetivou-se com esse estudo identificar tratamentos capazes de superar a dormência e promover a germinação de sementes de *Urochloa humidicola* passíveis de utilização pelas empresas de beneficiamento.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Gênero *Urochloa*

*Urochloa* (sinonímia *Brachiaria*) é um gênero de gramíneas com centro de origem primário na África, possui cerca de 90 espécies em regiões tropicais e subtropicais, as quais são comumente chamadas de braquiária (Crispim e Branco, 2002).

Introduzidas nas Américas no período colonial como cama para os escravos em navios negreiros (Parsons, 1972), as espécies deste gênero têm sido grandemente utilizadas em áreas de pastagem na América tropical e as espécies encontradas no Brasil são consideradas exóticas (Monteiro et al., 2016). Grande parte do mercado brasileiro é dominado por cultivares de *Urochloa*, cuja introdução na formação de pastagens no Cerrado resultou em ganhos significativos nos índices de qualidade do rebanho, devido ao rápido aumento da capacidade de suporte das pastagens (Costa et al., 2011).

De modo geral, pode-se atribuir a popularidade do gênero *Urochloa* a características como a adaptação às mais variadas condições de clima; a alta produção de matéria seca; a adaptação a diferentes tipos de solos, inclusive solos de

baixa e média fertilidade; não apresentam problemas limitantes de doenças e seu crescimento e distribuído durante o ano (Seiffert, 1980; Crispim e Branco, 2002).

## **2.2 *Urochloa humidicola***

A *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga é uma gramínea originária e nativa de zonas de alta precipitação no leste e sudeste da África Tropical (Crispim e Branco, 2002) e cultivada em países de clima tropical úmido como os da América Latina, as ilhas do pacífico e Sudeste Asiático, e regiões costeiras do norte da Austrália (Valle et al., 2010).

A *U. humidicola* cv. Comum é popularmente conhecida pelos nomes de capim-agulha, quicuío-da-Amazônia e braquiária-espetudinha (Reis et al., 2013). É uma planta perene, tem crescimento estolonífero, com grande número de gemas rente ao solo; apresenta estolões longos, duros, roxos e que se ramificam em novas plantas; rizomas de dois tipos: curtos, firmes e com catafilos glabros e coriáceos, e longos, finos e com nós originando novas plantas (Seiffert, 1980; Crispim e Branco, 2002; Valle et al., 2010). Essa cultivar apresenta sementes com características como lema crustácea, ovalada, acuminada, esbranquiçada e finamente rugosa. A pálea se semelha ao lema em textura e coloração. De dorso plano, proeminentemente engrossada nas bordas, com bordos involutos, lustrosos, lisos, curvados e convexos. Cariopses ovóides com 2/3 do comprimento da espiguetas. O florescimento é concentrado e ocorre no início do verão (Valle et al., 2010).

Devido às características da espécie, substituiu a *Urochloa decumbens* em grandes áreas na Amazônia em consequência de severos ataques de cigarrinha-das-pastagens (Valle et al., 2010), sendo também uma opção para o estabelecimento em áreas onde o capim-marandú (*Urochloa brizantha*) foi acometido pela morte súbita (Reis et al., 2013).

Foi difundida no Brasil em decorrência da sua rusticidade; boa produtividade em solos ácidos e de baixa e média fertilidade; baixa exigência em fósforo e cálcio; boa recuperação após queimadas; excelente cobertura do solo; tolerância à cigarrinha das pastagens, à seca e encharcamento; além de suportar pastejo intenso e continuado (Dias-Filho e Carvalho, 2000; Dias-Filho, 2006).



Estas características têm aumentado a demanda por sementes desta espécie para a implantação de pastagens, em especial, na região Amazônica e do Pantanal Mato-Grossense, e suas sementes também são exportadas para países da América do Sul, como a Colômbia (Fonte, 2017).

### **2. 3 Produção de sementes**

A produção de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum no Brasil totaliza uma área de 28.765 ha, de um total de 172.823 ha registrados como campos de produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais (Fonte, 2017).

No campo, as plantas desta espécie apresentam crescimento estolonífero e recobrem o solo, entrelaçando-se e formando uma cobertura uniforme e compacta. Isto impossibilita a colheita no chão pelo método de varredura, comumente utilizado para as outras espécies de *Urochloa*. Deste modo, as sementes de *U. humidicola* têm sido colhidas no cacho, por colhedoras automotrizes, as mesmas utilizadas para a colheita de grãos (Teixeira e Verzignassi, 2010). Neste sistema, o produtor costuma ter poucos dias para fazer a colheita, pois ao final da maturação as sementes permanecem presas às panículas por um breve período (Souza et al., 2015).

Muitas vezes, foi constatado em campos de produção de sementes de *U. humidicola* uma degrana intensa, rápida e com perdas totais da produção, principalmente em decorrência de mudanças climáticas, como uma chuva mais intensa, por exemplo (Teixeira e Verzignassi, 2010; Souza et al., 2015). Devido a estas dificuldades, a produção dessas sementes torna-se um empreendimento de risco, o que diminui a oferta do produto no mercado, aumenta o custo de produção e o valor da semente (Souza et al., 2015). As sementes de *U. humidicola* são as mais caras do mercado de gramíneas forrageiras, com valores de, pelo menos, seis vezes o preço das sementes das demais espécies de braquiárias, com o mesmo valor cultural (Teixeira e Verzignassi, 2010).

O método de colheita das sementes de *U. humidicola* também favorece o recolhimento de sementes imaturas e com alta porcentagem de dormência (Maschietto et al., 2003; Verzignassi et al., 2013). Este fato, pode ser verificado na maioria dos lotes recém-colhidos, que apresentam valores acima de 40% de sementes

dormentes, baixa germinação e vigor se comparadas a sementes de outras espécies de braquiárias (Laura et al., 2009; Costa et al., 2011; Moreira, 2014; Libório et al., 2017). Na implantação das pastagens, estas características das sementes impedem a germinação uniforme no campo, prejudicando o estabelecimento e favorecendo a instalação de plantas invasoras (Martins e Silva, 2001).

A dormência pode ser citada como um dos principais fatores que dificultam a utilização das sementes de *U. humidicola* e sua incidência pode depender da safra, local e cultivar, de modo semelhante ao verificado para outras espécies do mesmo gênero (Martins e Silva, 2001; Lacerda et al., 2010; Teixeira e Verzignassi, 2010; Moreira, 2014).

## **2.4 Dormência de sementes**

Para Carvalho e Nakagawa (2012) dormência é um fenômeno que ocorre em sementes de uma determinada espécie, que embora viáveis e tendo todas as condições ambientais para a germinação, não germinam. Segundo Marcos Filho (2015), para superar essa incapacidade temporária da semente para completar o processo de germinação é preciso que tais sementes sejam expostas a condições ambientais especiais, diferentes das exigidas por sementes quiescentes da mesma espécie.

A dormência, com base na origem, pode ser classificada como primária ou secundária, sendo a dormência primária uma característica da espécie e ocorre toda vez que as sementes são produzidas (Carvalho e Nakagawa, 2012). Este fenômeno faz parte do processo de maturação, é geneticamente programado para surgir e se desenvolver juntamente com a semente (Cardoso, 2009; Marcos Filho, 2015).

Já a dormência secundária ocorre esporadicamente e está relacionada à incapacidade de germinar devido a alterações fisiológicas provocadas por exposição a condições ambientais contrárias à germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Com base nos mecanismos envolvidos, a dormência pode ser classificada em endógena e exógena. A dormência endógena, também chamada de embrionária, é causada por algum bloqueio à germinação relacionado ao próprio embrião e pode ser dividida em: fisiológica, morfológica e morfofisiológica (Cardoso, 2009).

Na dormência fisiológica, o impedimento à germinação está no próprio embrião, envolvendo basicamente processos metabólicos e controle de desenvolvimento (Cardoso, 2009). Neste caso, o embrião pode estar na forma imatura ou com desenvolvimento incompleto de modo que as sementes necessitam de um tempo de pós-maturação para que haja o completo desenvolvimento do embrião (Borghetti, 2004).

A dormência morfológica manifesta-se em sementes que são liberadas da planta mãe com embriões diferenciados (Cardoso, 2009). Segundo Baskin e Baskin (2004) ocorre em sementes que apresentam o embrião pequeno, porém com suas estruturas bem diferenciadas, isto é, o cotilédone e o eixo hipocótilo-radícula bem definidos. Esses embriões morfológicamente dormentes não respondem a tratamentos para superação de dormência, apenas de tempo para se desenvolver completamente e germinar (Cardoso, 2004).

Já nas sementes com dormência morfofisiológica, os dois mecanismos descritos anteriormente ocorrem simultaneamente (Vivian et al., 2008). Além do embrião subdesenvolvido, existe um componente fisiológico que requer tratamentos ou condições para superação de dormência (Cardoso, 2009).

No caso da dormência exógena, também conhecida como tegumentar, esta é extra-embrionária, causada por tecidos que envolvem a semente como o tegumento ou partes do fruto, podendo ser associada a fatores físicos, mecânicos ou químicos (Menezes et al., 2009).

De acordo com Cardoso (2009), a dormência física é causada por uma ou mais camadas de células impermeáveis à água e/ou às trocas gasosas situadas no tegumento ou nos envoltórios da semente em geral. A dormência química se manifesta a partir da ação de substâncias inibidoras de crescimento presentes no pericarpo ou nas partes internas da semente (Vivian et al., 2008). E a dormência mecânica ocorre quando há absorção de água e de oxigênio, mas a expansão do embrião é limitada pela resistência exercida pelo tegumento das sementes, pericarpo ou pelas paredes celulares do tecido de reserva (Marcos Filho, 2015). As causas e tipos de dormência variam de acordo com a espécie, e elas podem ocorrer isoladamente ou combinadas (Figueiredo et al., 2014).

## 2.5 Superação de dormência em sementes de *Urochloa*

A superação da dormência está relacionada a fatores internos e externos à semente (Munhoz et al., 2009), e a eficiência de cada tratamento é variável de acordo com a espécie.

Existem diferentes métodos para superar a dormência, como por exemplo imersão das sementes em água, tratamentos químicos, métodos de escarificação mecânica e tratamentos térmicos com uso de temperaturas elevadas ou muito baixas (Franco et al., 2009; Lacerda et al., 2010).

Em sementes de gramíneas, os principais métodos são a ruptura da cariopse, o tratamento com nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), exposição à luz, o emprego de temperaturas alternadas, o pré-esfriamento, tratamento com fitohormônios (geralmente giberelinas, citocininas e etileno) (Franco et al., 2009; Costa et al., 2011).

O crescimento de um segmento consumidor mais esclarecido e exigente vêm estimulando mudanças quanto aos métodos de superação da dormência de sementes de forrageiras (Vigna et al. 2011; Libório et al., 2017; Silva et al., 2017). No caso de *U. humidicola*, existe uma demanda por pesquisas que visem solucionar esse problema na produção comercial (Verzignassi et al., 2013; Libório, 2015; Libório et al., 2017; Ajala-Luccas et al., 2018). Os valores econômicos envolvidos e o interesse são grandes, considerando que o Brasil é o maior produtor, exportador e consumidor mundial de sementes de gramíneas forrageiras (Vigna et al., 2011; Silva et al., 2017).

Na produção comercial de sementes de *Urochloa* spp. os métodos disponíveis para a superação da dormência são o armazenamento e a escarificação mecânica ou química com ácido sulfúrico (Martins e Silva, 2001; Usberti e Martins, 2007; Lacerda et al., 2010).

A atuação da escarificação mecânica ou química com ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de *Urochloa* spp seria por meio da remoção total ou parcial das estruturas externas das sementes, como gluma, pálea e lema (Usberti e Martins, 2007; Brasil, 2009; Martins e Martins, 2013). Essas estruturas estariam relacionadas à dormência devido à impermeabilidade à água e resistência ao desenvolvimento do embrião (Ajala-Luccas et al., 2018), baixa permeabilidade às trocas gasosas (Meschede et al. 2004; Libório, 2015) e presença de substâncias

inibidoras da germinação (Martins e Silva, 2001; Câmara e Stacciarini-Seraphin, 2002).

No entanto, estes métodos apresentam problemas. Os dois procedimentos de escarificação são de difícil adequação às sementes de *U. humidicola*, que por particularidades estruturais são facilmente danificadas pelo processo (Usberti e Martins, 2007; Costa et al., 2011; Libório et al., 2017). Adicionalmente, a escarificação com ácido sulfúrico, utilizado na maioria dos lotes comercializados nas exportações, apresenta riscos operacionais aos trabalhadores e ao ambiente (Martins e Silva, 2001; Lacerda et al., 2010).

Existem relatos de que a maior parte dos lotes de sementes de *U. humidicola* cv. Tupi necessitaram de 18 a 24 meses de armazenamento após a colheita para que a dormência fosse superada de modo satisfatório e raramente este período seria de 12 meses (Costa et al., 2011; Moreira, 2014; Libório et al., 2017). Porém, o armazenamento como método de superação de dormência representa um entrave para a logística das empresas, atrasando as negociações.

A semeadura em substrato umedecido com solução (0,2%) de  $\text{KNO}_3$  é um método reconhecido pela eficiência na superação de dormência de várias espécies de gramíneas forrageiras. Contudo, a sua aplicação restringe-se a instalação de testes em condições de laboratório, por ser inviável em condições de campo (Martins e Silva, 1998; 2001; Brasil, 2009). A capacidade do  $\text{KNO}_3$  para superar a dormência parece estar associada às suas atuações como oxidante e aceptor de elétrons (Ellis et al., 1983; Carvalho e Nakagawa, 2012). Neste caso, a substância oxidante estimula a via pentose fosfato dando início a reações metabólicas que culminam na acidose citocrômica no ciclo de Krebs e, portanto, no fornecimento de energia para o crescimento do eixo embrionário (Menezes e Mattioni, 2011).

Para obter em campo o efeito favorável do  $\text{KNO}_3$  na superação da dormência e promoção da germinação, alguns pesquisadores passaram a imergir as sementes de gramíneas em solução desta substância, seguida da secagem, semeadura e obtiveram resultados promissores (Martins et al., 1997; Binotti et al., 2014; Libório et al., 2017).

Outra metodologia empregada para superar a dormência em sementes de gramíneas forrageiras tropicais é a utilização de tratamentos térmicos (Martins e Silva,

1998; 2001; Almeida e Silva, 2004; Martins e Martins, 2013). A aplicação de altas temperaturas em estufa com circulação de ar tem apresentado bons resultados para algumas espécies (Martins e Silva, 1998; 2001; Almeida e Silva, 2004; Brasil, 2009).

Exposições a 40 e 55 ° C durante 5 e 10 horas, proporcionaram ganhos fisiológicos às sementes de *Panicum maximum* (Martins e Silva, 1998); em contrapartida, a temperatura de 85 °C em períodos idênticos, apesar de reduzir a taxa de dormência, prejudicou fisiologicamente as sementes de *Panicum maximum* (Martins e Silva, 1998) e de *Urochloa brizantha* cv. Marandú (Martins e Silva, 2001). Paralelamente, o emprego de 70 °C/10 e 15 horas beneficiou o desempenho das sementes de *U. brizantha*, reduzindo a dormência sem gerar deterioração fisiológica latente (Martins e Silva, 2001). Almeida e Silva (2004) verificaram que a exposição das sementes de *U. dictioneura* a 75 °C por 15 horas e imersão em ácido sulfúrico foram eficientes para a redução da dormência e promoção da germinação. Contudo, estes pesquisadores destacaram que as sementes tratadas podem apresentar uma deterioração acelerada durante o armazenamento, se comparadas a sementes não tratadas.

### 3 Referências

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2019) **Beef Report: Perfil da pecuária no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019

Ajala-Luccas D, Ribeiro-Oliveira JP, Silveira LED, Silva EAA (2018) An integrative insight on dormancy alleviation in diaspores of *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone e Zuloaga, a tropical grass with great economic and ecological impact. **Plant Biology** 20:252–262.

Almeida CR (2002) **Comportamento da dormência de sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico**. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba.

Almeida CR, Silva WR (2004) Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes** 26:44-49.

Baskin CC, Baskin JM (2004) A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research** 14:1-16.

Binotti FFS, Sueda Junior C, Cardoso ED, Haga KI, Nogueira DC (2014) Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 9:614-618.

Borghetti F (2004) Dormência embrionária. In.: Ferreira AG, Borghetti F. (Orgd.) **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 109-123.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA. 395 p.

Câmara HLL, Stacciarini-Seraphin E (2002) **Pesquisa Agropecuária Tropical** 32:21-28.

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

Cardoso VJM (2004) Dormência: Estabelecimento do processo. In.: Ferreira AG, Borghetti F. (Orgd.) **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 109-123.

Cardoso VJM (2009) Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis** 13:619-631.

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

Costa CJ, Araújo RB, Bôas HDCV (2011) Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:519-524.

Costa NL (2004) **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 219 p.

Crispim SMA, Branco OD (2002) **Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 25 p. (Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

Dias-Filho MB (2006) **Opções forrageiras para áreas sujeitas ao encharcamento ou alagamento temporário**. Belém: Embrapa: EAO, 34 p. (Embrapa-EAO. Documentos, 239).

Dias-Filho MB, Carvalho CJR (2000) Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35:1959-1966.

Ellis RH, Hong TD, Roberts EH (1983) Procedures for the safe removal of dormancy from rice seed. **Seed Science and Technology** 11:77-112.

Figueiredo PAM, Viana RS, Lisboa LAM, Assunção ACND (2014) Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com a utilização de auxina sintética e seu efeito no desenvolvimento inicial da planta. **Revista Mirante** 7:145-156.

Fonte JR (2017) As conquistas e desafios da exportação de sementes de forrageiras tropicais no Brasil. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS, **Palestras...** Foz do Iguaçu: Abrates. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/52497680-As-conquistas-e-desafios-da-exportacao-de-sementes-de-forrageiras-tropicais-no-brasil-jose-roberto-da-fonte-sementes-marangatu-ltda.html>>. Acesso em 18 out. 2019.

Franco FA, Pinto RJB, Scapim CA, Schuter I, Vigano J, Marchioro VS, Branccini AL (2009) Pré-esfriamento para superação da dormência de sementes de trigo colhidas na época da maturidade. **Revista Brasileira de Sementes** 31:245-252.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019a) **Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 105p., v.8. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf)>. Acesso em: 12 jan 2020

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019b) **Estabelecimentos agropecuários**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_estabelecimentos\\_agropecuarios.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_estabelecimentos_agropecuarios.pdf)>. Acesso em 12 jan. 2020.



Lacerda MJR, Cabral JSR, Sales JF, Freitas KR, Fontes AJ (2010) Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu", **Semina: Ciências Agrárias** 31:823-828.

Laura VA, Rodrigues APDC, Arias ERA, Chermouth KS, Rossi T (2009) Qualidade física e fisiológica de sementes de braquiárias comercializadas em Campo Grande – MS. **Ciência e Agrotecnologia** 33:326-332.

Libório CB (2015) **Sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi: causas da dormência e efeitos de nitrato de potássio e de ácido giberélico na superação.** 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – IF Goiano, Rio Verde.

Libório CB, Verzignassi JR, Fernandes CD, Valle CB, Lima ND, Monteiro LC (2017) Potassium nitrate on overcoming dormancy in *Brachiaria humidicola* 'BRS Tupi' seeds. **Ciência Rural** 47:1-8.

Lima KN, Teodoro PE, Pinheiro GS, Pereira AC, Torres FE (2015) Superação de dormência em capim-braquiária. **Nucleus** 12:167-174.

Marcos Filho J (2015) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES, 659 p.

Martins CC, Martins D (2013) Superação de dormência de sementes de gramíneas. In: Silva J F, Martins D (Eds.) **Manual de aulas práticas de plantas daninhas.** Jaboticabal: FUNEP, p. 45-56.

Martins CC, Silva WR. (1998) Superação da dormência de sementes de capim colômbio. **Planta Daninha** 16:77-84.

Martins CC, Velini ED, Martins D (1997) Superação da dormência de sementes de capim-carrapicho. **Planta Daninha** 15:61-71.

Martins L, Silva WRS (2001) Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36:997-1003.

Maschietto RW, Novembre ADLC, Silva WR (2003) Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colômbio cultivar Mombaça. **Bragantia** 62:291-296.

Mendes RS, Santos AC, Paiva JA, Oliveira LBT, Araújo AS (2010) Bromatologia de espécies forrageiras no norte tocantinense. **Enciclopédia Biosfera** 6:1-14.

Menezes NL, Franzin SM, Bortolotto RP (2009) Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** 7:35- 44.

Menezes NL, Mattioni NM (2011) Superação de dormência em sementes de aveia preta. **Revista da FZVA** 18:108-114.

Meschede DK, Sales JGC, Braccini AL, Scapim CA, Schuab SR (2004) Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandú. **Revista Brasileira de Sementes** 26:76-81.

Monteiro LC, Verzignassi JR, Barrios SCL, Valle CB, Fernandes CD, Benteo GL, Libório CB (2016) Characterization and selection of interspecific hybrids of *Brachiaria decumbens* for seed production in Campo Grande – MS. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 16:174-181.

Moreira DAL (2014) **Superação da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi durante o armazenamento**. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UNESP, Botucatu.

Munhoz REF, Zonetti PC, Roman S (2009) Superação da dormência em sementes e desenvolvimento inicial em *Brachiaria brizantha* cv MG5 através da escarificação com ácido sulfúrico. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente** 2:55-67.

Parsons JJ (1972) Spread of african pasture grasses to the american tropics. **Journal of Range Management** 25:12-17.

Pezzopane JRM, Santos PM, Bosi C, Evangelista S, Petri CA, Cuadra SV (2019) Cenários futuros das pastagens no brasil. IN: IX SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, **Anais...Viçosa: SIMFOR**, p.1-18.

Porto EMV (2017) Produção de biomassa de três cultivares do gênero *Brachiaria spp.* submetidos à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido** 13:9-14.

Reis RA, Bernardes TF, Siqueira GR (Eds.) (2013) Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 714p.

Seiffert NF (1980) **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande: Embrapa: CNPGC, 74 p. (Embrapa-CNPGC. Circular Técnica, 1).

Seshu DV, Dadlani M (1991) Mechanism of seed dormancy in rice. **Seed Science Research** 1:187-194.

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

Souza FD, Peres RM, Coutinho-Filho JLV, Justo CL (2015) Manejo de campos de produção de sementes de *Urochloa humidicola* 'comum': II- Efeito de práticas culturais. **Boletim de Indústria Animal** 72:209-220.

Sversutti PE, Yada MM (2018) Criação extensiva de bovinos de corte. In: V SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC TAQUARITINGA, **Anais...**Taquaritinga: SINTEC, p. 382-391.

Teixeira RN, Verzignassi JR (2010) **Colheita de sementes de *Brachiaria humidicola* pelo método de sucção**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 117). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/861593/1/COT117.pdf>>. Acesso em 19 out. 2019.

Terra ABC, Florentino LA, Rezende AV, Silva NCD (2019) Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias** 42:305-313.

Usberti R, Martins L (2007) Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release. **Revista Brasileira de Sementes** 29:143-147.

Valle, CB, Macedo MCM, Euclides VPB, Jank L, Resende RMS (2010) Gênero *Brachiaria*. In.: Fonseca DM, Martuscello JA (Eds.) Plantas forrageiras. Viçosa: UFV, p. 30-77.

Verzignassi JR et al. (2013) Superação natural da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* BRS Tupi pela permanência no solo da área de produção. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, **Anais...** Florianópolis: Abrates. CD-ROM.

Vigna BBZ, Jungmann L, Francisco PM, Zucchi MI, Valle CB, Souza AP (2011) Genetic diversity and population structure of the *Brachiaria brizantha* Germplasm. **Tropical Plant Biology** 4:157-169.

Vivian R, Silva AA, Gimenes Júnior M, Fagan EB, Ruiz ST, Labonia V (2008) Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – Breve revisão. **Planta Daninha** 26:695-706.

## **CAPÍTULO 2 - Nitrato de potássio na superação da dormência de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum**

**RESUMO** - A principal característica que dificulta a utilização das sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum é a alta porcentagem de dormência. Assim, o objetivo do trabalho foi obter um tratamento para a superação da dormência e promoção da germinação das sementes desta espécie passível de aplicação pelas empresas de beneficiamento de sementes. O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira, foram avaliados em um lote de sementes os seguintes tratamentos: testemunha (sem tratamento), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) por 10 minutos, umedecimento do substrato de germinação com KNO<sub>3</sub> (0,2%) e imersão em KNO<sub>3</sub> nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% por períodos de 12, 24, 36 e 48 horas, seguida por secagem à sombra. Na segunda etapa, foram avaliados em três lotes de sementes todos os tratamentos supracitados, exceto a imersão em KNO<sub>3</sub> 0% e todas as concentrações nos períodos 36 e 48 horas. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, germinação, porcentagem de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, primeira contagem e tempo médio de germinação. A imersão em solução de KNO<sub>3</sub> é eficiente para a superação da dormência e promoção da germinação e visando a utilização pelas empresas, a solução de KNO<sub>3</sub> 4% por 24 horas é o tratamento mais indicado.

**Palavras-chave:** *Brachiaria humidicola*, capim quicuiu, forrageira, germinação, potencial fisiológico

## CHAPTER 2 – Potassium nitrate to overcome dormancy in *Urochloa humidicola* cv. Comum

**ABSTRACT** - The main characteristic that makes the use of *Urochloa humidicola* cv. Comum seeds difficult is the high percentage of dormancy. This research aimed to obtain a treatment for overcoming dormancy and promoting the germination of the seeds of this species that can be applied by seed processing companies. The research was conducted in two steps. In the first, the following treatments were evaluated in a seeds lot: no treatment, immersion in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) for 10 minutes, moistening of the germination substrate with KNO<sub>3</sub> (0,2%) and immersion in KNO<sub>3</sub> at concentrations 0, 2, 4, 6 e 8% for periods of 12, 24, 36 e 48 hours followed by shade drying. In the second step, all the treatments mentioned above except immersion in 0% KNO<sub>3</sub> and all concentrations in periods of 36 and 48 hours, were evaluated in three seed lots. The seeds were evaluated for water content, germination, percentage of abnormal seedlings, dead and dormant seeds, first count and average germination time. The immersion in KNO<sub>3</sub> solution was efficient to overcome dormancy and it promoted germination. Aiming to be used by seed companies, the KNO<sub>3</sub> 4% solution for 24 hours is the most suitable treatment.

**Keywords:** *Brachiaria humidicola*, capim quicuío, forage, germination, physiological potential

## 1 Introdução

*Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga é uma forrageira eficiente na proteção do solo contra a erosão por produzir grande quantidade de estolões (Alves et al., 2017). Esta espécie tem maior tolerância que outras *Urochloa* à solos ácidos, de baixa fertilidade e mal drenados, apresenta resistência ao pastejo intenso e maior capacidade de estabelecimento em novas áreas (Euclides et al., 2010; Alves et al., 2017).

Para a formação da pastagem é necessária a utilização de sementes de alta qualidade física e fisiológica. Porém, as sementes de *U. humidicola* apresentam alta dormência, acima de 40%, e esse estado persiste por períodos superiores a 12 meses (Costa et al., 2011; Libório et al., 2017). No campo, a dormência ocasiona falhas e desuniformidade na emergência das plântulas, prejudicando o estabelecimento do pasto e favorecendo a invasão de plantas daninhas (Martins e Silva, 2001).

A principal estratégia adotada pelas empresas para superar a dormência das sementes de *U. humidicola* na produção comercial é o armazenamento por anos, porém este procedimento representa um maior custo de produção e um entrave para a logística, atrasando as negociações (Costa et al., 2011).

Uma das possíveis causas da dormência em espécies do gênero *Urochloa* é a restrição às trocas gasosas devido a presença da gluma, pálea e lema (Câmara e Stacciarini-Seraphin, 2002). Essas estruturas podem ser removidas com a escarificação com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) (Brasil, 2009). No entanto, alguns autores verificaram um efeito prejudicial desse tratamento à viabilidade das sementes, além de apresentar riscos aos trabalhadores e ao meio ambiente (Usberti e Martins, 2007; Verzignassi et al., 2013; Moreira, 2014).

Esta dormência também pode ser superada pela aplicação de substâncias que contenham os radicais  $NO^{-3}$  (nitrato) ou  $NO^{-2}$  (nitrito), pois estas têm ação oxidante e atuam em processos fisiológicos, ocasionando a biossíntese de novos compostos e o processo germinativo das sementes (Cardoso et al., 2015) ativando uma via anaeróbica, a via pentose-fosfato, que dará início a reações metabólicas no ciclo de Krebs e conseqüentemente, o fornecimento de energia para o processo de germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012). A semeadura em substrato umedecido

com solução (0,2%) de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) é um método reconhecido pela eficiência na superação de dormência de várias espécies de gramíneas forrageiras. Contudo, a sua aplicação restringe-se a instalação de testes em condições de laboratório por ser inviável em condições de campo (Martins e Silva, 1998, 2001; Brasil, 2009)

Para obter em campo o efeito favorável do  $\text{KNO}_3$  na superação da dormência e promoção da germinação, alguns pesquisadores passaram a imergir as sementes de gramíneas nesta solução, secar e realizar posteriormente a semeadura, e obtiveram resultados promissores (Martins et al., 1997; Binotti et al., 2014; Libório et al., 2017). Todavia, permanecem dúvidas relacionadas às concentrações da solução de  $\text{KNO}_3$  e tempo de imersão para cada espécie e cultivar.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho obter um tratamento para a superação da dormência e promoção da germinação das sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum passível de aplicação pelas empresas de beneficiamento de sementes.

## 2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida com três lotes de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal. As sementes foram submetidas à passagem pelo soprador pneumático, complementada por catação manual para a obtenção da porção de sementes puras para a aplicação dos tratamentos e a realização das análises.

O estudo foi realizado em duas etapas. Na primeira, um dos lotes foi submetido aos seguintes tratamentos: ST: Testemunha absoluta, sementes sem tratamento; T  $\text{KNO}_3$ : semeadura da semente em substrato umedecido com solução  $\text{KNO}_3$  a 0,2%; T  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : imersão da semente em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (98%, 36N) por 10 minutos, seguida por lavagem em água corrente por três minutos, remoção da umidade superficial com papel absorvente e secagem a sombra sobre folhas de papel toalha a 25 °C por 24 horas; tratamentos de imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  nas concentrações 0 (água



destilada), 2, 4, 6 e 8% por períodos de 12, 24, 36 e 48 horas, seguida de secagem a sombra sobre folhas de papel toalha a 25 °C por 24 horas.

Os tratamentos de imersão que se mostraram mais eficientes para a superação da dormência e promoção da germinação das sementes foram aplicados nos três lotes, juntamente com as testemunhas, na segunda etapa do experimento.

Para a imersão em  $\text{KNO}_3$  foram utilizados 2 g de sementes para 40 mL da solução, dentro de um copo de plástico transparente de 180 mL, mantido a 25 °C, pelos períodos pré-estabelecidos. Após os períodos de imersão as sementes foram retiradas da solução e dispostas sobre papel toalha para secagem à sombra, à 25 °C, por 24 horas. As sementes foram avaliadas por meio dos seguintes testes e determinações:

**Teor de água:** foi determinado pelo método da estufa logo após a aplicação dos tratamentos e antes da instalação do teste de germinação, com duas subamostras de 0,5 g de sementes, a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (Brasil, 2009).

**Germinação:** foi conduzida utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel, em caixas de plástico transparente com tampa (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) mantidas sob temperatura alternada de 20-35 °C e fotoperíodo de 8 horas (Brasil, 2009). A contagem das plântulas foi efetuada diariamente após o início da germinação até o 21º dia após a semeadura. Foram calculadas as porcentagens de plântulas normais e de plântulas anormais.

**Tetrazólio:** foi realizado para a identificação e contagem das sementes dormentes e mortas. As sementes remanescentes do teste de germinação foram cortadas ao meio no sentido longitudinal e uma das metades foi imersa em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1%, à 37 °C, por 3 horas. Após esse período, os embriões foram avaliados em lupa articulada de bancada com iluminação LED e aumento de 10x e os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

**Primeira contagem de germinação:** foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais presentes ao quinto dia após a semeadura e os resultados foram apresentados em porcentagem (Silva et al., 2017).

Tempo médio de germinação (TMG): realizado conjuntamente com o teste de germinação e obtido por meio da aplicação da fórmula proposta por (Carvalho e Carvalho, 2009).

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) em esquema fatorial  $5 \times 4 + 3$  (concentrações de  $\text{KNO}_3$  x períodos + testemunhas) com quatro repetições na primeira etapa da pesquisa e  $11 \times 3$  (tratamentos x lotes) com quatro repetições na segunda etapa. Para as variáveis germinação, plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, e primeira contagem de germinação os dados foram transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$  para atender às pressuposições dos testes de normalidade e homogeneidade de variância pelo teste de Shapiro-Wilk. As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Agroestat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015). As médias apresentadas nas tabelas foram dos dados originais em porcentagem. Os dados da avaliação do teor de água das sementes não foram avaliados estatisticamente.

### **3 Resultados e Discussão**

#### **3.1 Primeira etapa da pesquisa**

O teor de água das sementes obtido logo após a aplicação dos tratamentos variou de 13,2% (testemunha) a 54,4%. Nos tratamentos de imersão, verificou-se que quanto menor a concentração da solução maior a hidratação das sementes, pois para as concentrações de 0; 2; 4; 6 e 8% de  $\text{KNO}_3$  os valores médios de teor de água foram de 50,8; 47,0; 46,0; 45,3 e 40,9%, respectivamente. A escarificação em ácido sulfúrico resultou em teor de água das sementes de 24,9%.

A presença de sais reduz o potencial hídrico da solução restringindo a captação de água pela semente (Lopes e Macedo, 2008). Assim, com o aumento da concentração de  $\text{KNO}_3$  na solução houve o aumento da pressão osmótica e menor absorção de água pelas sementes (Dias et al., 2016)

O aumento da hidratação observada nas sementes escarificadas com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ocorreu devido a ruptura da barreira física ocasionada pelo ácido sobre as estruturas

de revestimento da semente, favorecendo a absorção de água após o enxague (Tomaz et al., 2016).

Embora tenha sido verificada grande variação no teor de água das sementes logo após os tratamentos, a secagem por 24 horas antes da instalação dos testes de avaliação de qualidade possibilitou a uniformização dos valores, que se situaram entre 7,5 e 8,9%. Com isso, as avaliações puderam ser conduzidas sem interferências dos níveis de hidratação das sementes (Brasil, 2009; Steiner et al., 2011; Melo et al., 2016).

O resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, primeira contagem, tempo médio de germinação foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação (G), plântulas anormais (A), sementes mortas (M), sementes dormentes (D), primeira contagem (PC) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos tratamentos aplicados na primeira etapa da pesquisa.

FV	GL	Quadrado Médio					
		G <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	D <sup>1</sup>	PC <sup>1</sup>	TMG
Concentração (C)	4	1807,32**	100,63*	68,49*	3665,20**	492,69**	16,84**
Período (P)	3	290,43**	35,47ns	471,89**	221,37**	80,85 <sup>ns</sup>	5,90**
Interação C x P	12	84,24**	44,44ns	76,69**	37,24 <sup>ns</sup>	89,38 <sup>ns</sup>	3,33**
Imersão em KNO <sub>3</sub>	19	479,54**	54,85*	137,36**	830,09**	172,94*	6,58**
Testemunhas vs imersão em KNO <sub>3</sub>	1	23,16 <sup>ns</sup>	189,24*	417,07**	1066,54**	365,24 <sup>ns</sup>	12,25**
Entre testemunhas	2	889,02**	28,66 <sup>ns</sup>	270,31**	1576,15**	43,61 <sup>ns</sup>	6,33**
Tratamentos	22	496,03**	58,58**	162,16**	908,66**	169,92*	6,81**
Resíduo	69	29,58	28,78	22,58	31,87	96,67	1,11
Total	91	-	-	-	-	-	-
CV (%)		11,48	62,44	14,27	39,05	110,78	11,88
Média das testemunhas		46,08	12,30	27,79	23,25	3,73	9,83
Média da imersão em KNO <sub>3</sub>		47,57	8,04	34,11	13,14	9,65	8,75

FV: fontes de variações; GL: graus de liberdades; CV: coeficiente de variação.

\*, \*\*: indicam diferença significativa pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup>: indica que não houve diferença significativa pelo teste F ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ .

Foi observada interação significativa entre a concentração e o período de imersão para as variáveis germinação, sementes mortas e tempo médio de germinação. Para as plântulas anormais e o teste da primeira contagem somente foi observado o efeito isolado da concentração da solução de KNO<sub>3</sub> e para sementes

dormentes verificou-se o efeito isolado tanto da concentração quanto do período de imersão na solução.

Para a maioria das variáveis analisadas constatou-se diferença significativa entre as testemunhas e os tratamentos de imersão em  $\text{KNO}_3$ , exceto para germinação e a primeira contagem de germinação. Os tratamentos de imersão resultaram em menor porcentagem de sementes dormentes, plântulas anormais e germinação mais rápida, verificada pelo menor tempo médio de germinação. Entre as testemunhas, também foram verificadas diferenças significativas para a maioria das variáveis, exceto plântulas anormais e primeira contagem de germinação (Tabela 1).

O alto coeficiente de variação encontrado pode ser explicado pela variabilidade dos tratamentos testados e pela diferença na qualidade dos lotes utilizados.

O efeito dos tratamentos de imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  sobre a dormência foi apresentado na Tabela 2. Observou-se que, se comparada a imersão em água ( $\text{KNO}_3$  0%), as soluções de  $\text{KNO}_3$  em todas as concentrações reduziram a dormência entre 92 e 96% (38,4 e 40,2 pontos percentuais) e a imersão em períodos superiores a 24 horas possibilitou os melhores resultados de superação de dormência, com porcentagem de 9,2%, em média.

Tabela 2. Sementes dormentes (D) de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos tratamentos de imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  aplicados na primeira etapa da pesquisa.

Concentração $\text{KNO}_3$	D (%)
0%	41,8 b
2%	3,4 a
4%	2,9 a
6%	1,6 a
8%	1,8 a
Período	D (%)
12h	13,7 b
24h	9,2 a
36h	8,9 a
48h	9,5 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ , médias originais apresentadas.

Quanto à germinação, os períodos de imersão das sementes em  $\text{KNO}_3$  por 12, 24 e 36 horas foram os mais favoráveis para todas as concentrações igual ou superior

a 2% (Tabela 3), com valores entre 59 e 72%. De modo divergente, Libório et al. (2017) verificou que o tratamento de imersão de sementes de *U. humidicola* cv. BRS Tupi em solução de  $\text{KNO}_3$  em concentrações inferiores a 1% não obteve resultados promissores.

Tabela 3. Germinação (G), sementes mortas (M) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos tratamentos de imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  aplicados na primeira etapa da pesquisa.

	$\text{KNO}_3$ Concentração	Período			
		12h	24h	36h	48h
G <sup>1</sup> (%)	0%	23,5 bAB	14,3 bB	34,8 bA	24,0 cAB
	2%	63,3 aA	66,0 aA	69,8 aA	61,0 aA
	4%	72,0 aA	66,0 aAB	65,3 aAB	49,8 abB
	6%	70,8 aA	69,3 aA	58,3 aA	40,5 bB
	8%	68,8 aA	66,3 aAB	59,3 aAB	51,5 abB
M <sup>1</sup> (%)	0%	27,3 aAB	36,8 aB	20,0 aA	30,5 aAB
	2%	23,5 aA	27,5 aA	28,3 abA	34,0 aA
	4%	20,0 aA	32,0 aAB	33,3 abB	45,3 abB
	6%	18,3 aA	29,8 aAB	39,5 bB	57,0 bC
	8%	27,8 aA	28,8 aA	34,5 bAB	45,0 abB
TMG (dias)	0%	10 bAB	11 bB	9 aA	10 bAB
	2%	8 aA	7 aA	7 aA	8 aA
	4%	7 aA	8 aAB	8 aAB	9 abB
	6%	9 abAB	8 aA	8 aA	10 bB
	8%	8 aA	8 aA	9 aAB	11 bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

<sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno da raiz quadrada de  $x/100$ , médias originais apresentadas.

Os resultados positivos dos tratamentos com  $\text{KNO}_3$  sugerem como causa da dormência desta espécie a restrição às trocas gasosas. Após absorvido, o nitrato atua na formação de  $\text{NADP}^+$  estimulando a respiração pela via pentose fosfato, a qual não necessita de oxigênio. Assim, há a superação da dormência pela produção de energia para início do processo de germinação (Marcos Filho, 2015).

A porcentagem de germinação e de sementes mortas após a imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  0% pelos diferentes períodos apresentou oscilação nos valores. Como as sementes dessa espécie não apresentam restrição à absorção de água (Libório et al., 2017) mais estudos fisiológicos seriam necessários para melhor explicar

essa oscilação do efeito dos períodos de imersão nessa concentração. Este fenômeno também foi constatado no tempo médio de germinação. Para as demais concentrações de  $\text{KNO}_3$ , os períodos de imersão das sementes por 12 e 24 horas foram os menos danosos, conforme verificou-se pelos dados de germinação, sementes mortas e tempo médio de germinação. Verificou-se maior mortalidade das sementes com o aumento do período de imersão, acima de 36 horas e em concentrações superiores a 4%.

A imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  nas concentrações superiores a 2% entre 12 e 36 horas, reduziu o tempo médio de germinação. Após esses tratamentos as sementes germinaram entre 7 e 9 dias, enquanto sementes imersas por 48 horas necessitaram de até 11 dias para germinar.

Com base nos dados de sementes mortas e tempo médio de germinação verificou-se um efeito deletério à qualidade das sementes quanto maior a concentração e o período de imersão destas na solução de  $\text{KNO}_3$ . Esse fato pode ser atribuído ao efeito fitotóxico que os sais podem causar nas sementes (Schossler et al., 2012). Além de influenciar na absorção de água pelas sementes, os íons podem ser assimilados e acumulados no protoplasma das células ocasionando a destruição de enzimas e membranas, podendo danificar o embrião (Betoni et al., 2011; Oliveira et al., 2014).

Além disso, tratamentos de sementes realizados em menores períodos têm implicações positivas do ponto de vista econômico para as empresas produtoras, pois isso permitiria redução no tempo necessário para o tratamento, aumentando o rendimento do sistema de produção e agilizando o processamento, comercialização e distribuição das sementes (Tomaz et al., 2016).

A imersão das sementes de *U. humidicola* em água ( $\text{KNO}_3$  0%) resultou em uma maior taxa de plântulas anormais e menor velocidade de germinação avaliada pelo teste da primeira contagem (Tabela 4). No entanto, para plântulas anormais e primeira contagem de germinação, respectivamente, os únicos tratamentos que superaram a imersão em água foram  $\text{KNO}_3$  a 2% e 4%. O efeito deletério da imersão em água sobre as sementes pode ter sido causado pela hipóxia. Sementes imersas em água estão sujeitas à escassez de oxigênio, o que compromete o metabolismo

celular e resulta na perda do potencial fisiológico e da viabilidade das sementes (Gazola et al., 2014).

Tabela 4. Plântulas anormais (A) e primeira contagem de germinação (PC) de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos tratamentos de imersão em solução de KNO<sub>3</sub> aplicados na primeira etapa da pesquisa.

Concentração de KNO <sub>3</sub>	A	PC
	-----%-----	
0%	5,4 b	1,3 b
2%	3,3 ab	12,0 a
4%	1,3 a	9,1 ab
6%	2,5 ab	5,0 ab
8%	2,8 ab	2,8 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05). Dados transformados em arco seno (x/100)<sup>1/2</sup>, médias originais apresentadas.

Verificou-se que as sementes sem tratamento apresentaram as maiores porcentagens de dormência (Tabela 5). A semeadura em substrato umedecido com KNO<sub>3</sub> e a escarificação das sementes com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foram igualmente eficientes na superação da dormência. No entanto, a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ocasionou a morte das sementes e a superação da dormência não foi revertida em aumento da produção de plântulas normais. De modo que as sementes colocadas para germinar em substrato umedecido com KNO<sub>3</sub> apresentaram as maiores porcentagens de germinação.

Tabela 5. Sementes dormentes (D), sementes mortas (M), germinação (G), plântulas anormais (A), primeira contagem (PC) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum das testemunhas sem tratamento (ST), substrato umedecido com KNO<sub>3</sub> a 0,2% (T KNO<sub>3</sub>) e escarificação das sementes com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (T H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Testemunhas	D <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>	PC <sup>1</sup>	TMG (dias)
	-----%-----					
ST	51,8 b	19,3 a	26,0 c	3,0 a	0,0 a	11,0 b
T KNO <sub>3</sub>	6,0 a	14,0 a	75,0 a	4,5 a	4,5 a	10,0 ab
T H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,0 a	36,0 b	54,0 b	7,0 a	1,5 a	8,5 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05). <sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno (x/100)<sup>1/2</sup>, médias originais apresentadas

Quanto à velocidade de germinação as sementes sem tratamento apresentaram o maior tempo médio de germinação, com valor superior àquelas

escarificadas com  $H_2SO_4$ . Porém, os tempos médios destes tratamentos não diferiram do obtido para sementes germinadas em substrato umedecido com  $KNO_3$  (0,2%).

### 3.2 Segunda etapa da pesquisa

Com base nos resultados da primeira etapa, os tratamentos de concentração entre 2 e 8% e os períodos de imersão de 12 e 24 horas foram os que apresentaram maior germinação e menor porcentagem de sementes mortas e dormentes. Portanto, estes foram selecionados para replicação nos três lotes de sementes de *Urochloa humidicola* junto com as três testemunhas.

De modo semelhante ao constatado na primeira etapa, o teor de água das sementes logo após a escarificação química e a imersão em solução de  $KNO_3$  proporcionaram maiores teores de água nas sementes. Este fato ocorreu de modo independente do lote, da concentração de  $KNO_3$  e do tempo de imersão na solução devido ao contato das sementes com a água durante estes procedimentos. Entretanto, após o período de secagem, as sementes apresentaram teores de água entre os tratamentos, com variação entre 7,1 e 9,0%. Assim, os resultados das avaliações fisiológicas das sementes estão isentos de interferência devido à diferença no teor de água (Araújo et al., 2011).

Foi observado na Tabela 6 a interação significativa dos lotes com os tratamentos somente para as variáveis sementes mortas e dormentes e primeira contagem de germinação. A porcentagem de plântulas anormais apresentou efeito significativo somente dos tratamentos, e a germinação e o tempo médio de germinação apresentaram diferença significativa para o efeito isolado tanto dos tratamentos quanto dos lotes.



Tabela 6. Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação (G), plântulas anormais (A), sementes mortas (M), dormentes (D), primeira contagem (PC) e tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos lotes e tratamentos aplicados na segunda etapa da pesquisa.

FV	GL	Quadrado Médio					
		G <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	D <sup>1</sup>	PC <sup>1</sup>	TMG
Lotes (L)	2	754,16**	66,19 <sup>ns</sup>	575,23**	212,19**	1531,98**	70,69**
Tratamentos (T)	10	709,80**	83,29**	145,75**	1051,14**	285,55**	12,27**
Interação L x T	20	18,84 <sup>ns</sup>	31,74 <sup>ns</sup>	39,34 <sup>1</sup>	58,17**	211,64**	1,85 <sup>ns</sup>
Tratamentos	32	-	-	-	-	-	-
Resíduo	99	20,73	22,44	18,03	28,46	70,61	1,31
Total	131	-	-	-	-	-	-
CV (%)		9,10	47,92	12,79	43,90	73,28	13,29
Média Geral		50,00	9,88	33,18	12,15	11,47	3,95

FV: fontes de variações; GL: graus de liberdades; CV: coeficiente de variação;

\*, \*\*: indicam diferença significativa pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ); <sup>ns</sup>: indica que não houve diferença significativa pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ .

Os lotes utilizados na pesquisa apresentavam qualidades diferentes, verificada nos valores de germinação e vigor avaliado pelo tempo médio de germinação (Tabela 7). Com base nestes critérios, os lotes 2, 3 e 1 apresentaram potencial fisiológico crescente.

Tabela 7. Germinação (G), plântulas anormais (A) e tempo médio de germinação (TMG) de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos lotes utilizados e dos tratamentos aplicados na segunda etapa da pesquisa.

Lotes		G <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>	TMG
		-----%-----		(dias)
Lotes	Lote 1	61,6 a	8,95 a	7 a
	Lote 2	50,7 b	11,27 a	10 c
	Lote 3	63,4 a	9,43 a	9 b
Tratamentos	ST	23,8 d	4,7 abc	11 c
	T KNO <sub>3</sub>	69,8 a	4,2 abc	10 bc
	T H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50,2 c	6,0 bc	9 ab
	KNO <sub>3</sub> 2%12h	59,6 bc	6,8 c	8 a
	KNO <sub>3</sub> 2%24h	62,3 ab	2,8 ab	7 a
	KNO <sub>3</sub> 4%12h	66,0 ab	2,5 a	8 a
	KNO <sub>3</sub> 4%24h	64,9 ab	2,3 a	8 a
	KNO <sub>3</sub> 6%12h	64,9 ab	3,2 abc	9 ab
	KNO <sub>3</sub> 6%24h	61,3 ab	3,0 abc	8 a
	KNO <sub>3</sub> 8%12h	65,2 ab	2,3 a	9 ab
KNO <sub>3</sub> 8%24h	56,3 bc	3,7 abc	8 a	

ST: testemunha sem tratamento, T KNO<sub>3</sub>: testemunha de umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%); T H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: testemunha de escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ , médias originais apresentadas.

Todos os métodos de superação de dormência foram superiores à testemunha sem tratamento quanto à germinação. No entanto, na comparação entre os tratamentos testemunha, constatou-se que o umedecimento do substrato com  $\text{KNO}_3$  foi superior à escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , pois embora este último tenha sido eficiente na superação da dormência das sementes, esta não foi revertida em aumento da produção de plântulas normais. Estes resultados foram similares aos observados com a mesma espécie por (Torres et al., 2016) e àqueles obtidos na primeira etapa da pesquisa (Tabela 3). Usberti e Martins (2007) também não verificaram eficiência do tratamento com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na superação da dormência em sementes de *U. humidicola*.

Os tratamentos que proporcionaram maior germinação foram a semeadura em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  (0,2%) e a imersão das sementes em  $\text{KNO}_3$  a 4, 6 e 8% por 12 horas e 2, 4 e 6% por 24 horas.

A escarificação das sementes com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e a semeadura em substrato umedecido com solução  $\text{KNO}_3$  (0,2%) são métodos reconhecidos pela eficiência na superação de dormência de várias espécies, incluindo as gramíneas forrageiras (Brasil, 2009; Mendonça et al., 2015).

O tratamento que causou a maior formação de plântulas anormais foi o de imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  2% por 12 horas. Porém, esse resultado não diferiu daqueles obtidos em outros tratamentos, como as três testemunhas e a imersão das sementes em  $\text{KNO}_3$  6 e 8% por 24 horas e 6% por 12 horas. Quanto ao tempo médio de germinação, os tratamentos de imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  não diferiram da testemunha de escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Em relação à primeira contagem de germinação (Tabela 8), os tratamentos ocasionaram efeitos distintos sob essa variável nos diferentes lotes. No lote 1, a escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foi o tratamento que apresentou melhor porcentagem. No lote 2 não houve diferença estatística entre os tratamentos. Enquanto no lote 3, os únicos tratamentos que diferiram da testemunha sem tratamento foi a imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  a 2 e 4% por 12 horas.

Tabela 8. Primeira contagem de germinação (PC) de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos lotes e tratamentos aplicados na segunda etapa da pesquisa.

Tratamentos	PC (%)		
	Lote 1	Lote2	Lote3
ST	3,5 bA	0,0 aA	0,0 bA
T KNO <sub>3</sub>	3,5 bA	0,0 aA	4,5 abA
T H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48,0 aA	0,0 aB	1,5 abB
KNO <sub>3</sub> 2%12h	7,0 bA	7,0 aA	15,3 aA
KNO <sub>3</sub> 2%24h	13,0 bA	12,0 aA	11,0 abA
KNO <sub>3</sub> 4%12h	13,8 bA	3,0 aA	16,5 aA
KNO <sub>3</sub> 4%24h	7,0 bA	1,0 aA	9,3 abA
KNO <sub>3</sub> 6%12h	5,5 bA	5,0 aA	5,5 abA
KNO <sub>3</sub> 6%24h	13,8 bA	1,0 aB	7,5 abAB
KNO <sub>3</sub> 8%12h	7,0 bA	2,5 aA	1,0 abA
KNO <sub>3</sub> 8%24h	7,0 bA	1,5 aA	7,0 abA

ST: testemunha sem tratamento, T KNO<sub>3</sub>: testemunha de umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%); T H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: testemunha de escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Dados transformados em arco seno (x/100)<sup>1/2</sup>, médias originais apresentadas.

Quanto a superação da dormência, para os três lotes todos os tratamentos foram superiores à testemunha sem tratamento (Tabela 9), para os lotes 1, 2 e 3, os valores verificados foram de 30, 38 e 52%, respectivamente. Esta elevada porcentagem de sementes dormentes da testemunha não tratada é recorrente em lotes de *U. humidicola* (Costa et al., 2011; Libório et al., 2017, 2018).

Tabela 9. Sementes dormentes (D) e mortas (M) de *Urochloa humidicola* cv. Comum em função dos lotes e tratamentos aplicados na segunda etapa da pesquisa.

Tratamentos	Dormência (%)			Mortas (%)		
	Lote 1	Lote2	Lote3	Lote 1	Lote2	Lote3
ST	30,3 bA	38,0 bAB	51,8 cB	37,8 abB	37,5 abcB	19,3 abA
T KNO <sub>3</sub>	1,0 aA	6,0 aB	6,0 bB	24,8 abB	26,0 aB	14,0 aA
T H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,5 aA	4,0 aA	3,0 abA	31,5 abA	53,5 cB	36,0 cA
KNO <sub>3</sub> 2%12h	3,0 aA	7,5 aA	9,5 bA	27,0 abA	29,8 abA	23,5 abcA
KNO <sub>3</sub> 2%24h	3,0 aA	12,0 aB	2,0 abA	25,5 abA	34,0 abA	27,5 bcA
KNO <sub>3</sub> 4%12h	4,0 aA	5,0 aA	5,5 bA	24,3 abAB	35,5 abB	20,0 abA
KNO <sub>3</sub> 4%24h	1,0 aA	7,0 aB	1,5 abAB	24,0 aA	32,0 abA	32,0 bcA
KNO <sub>3</sub> 6%12h	4,0 aA	3,5 aA	5,5 bA	31,0 abB	32,3 abB	18,3 abA
KNO <sub>3</sub> 6%24h	1,0 aA	2,0 aA	0,0 aA	32,0 abAB	42,8 bcB	29,8 bcA
KNO <sub>3</sub> 8%12h	2,5 aA	3,5 aA	1,5 abA	29,5 abA	32,5 abA	27,8 bcA
KNO <sub>3</sub> 8%24h	3,0 aA	2,5 aA	1,0 abA	40,3 bB	44,8 bcB	28,8 bcA

ST: testemunha sem tratamento, T KNO<sub>3</sub>: testemunha de umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%); T H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: testemunha de escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Dados transformados em arco seno (x/100)<sup>1/2</sup>, médias originais apresentadas.

A alta dormência das sementes é desejada em experimentos desta natureza, pois evidencia a eficiência dos tratamentos (Martins e Martins, 2013). Verificou-se no estudo que os tratamentos de imersão em  $\text{KNO}_3$  foram eficientes para todos os lotes de modo independente da taxa da dormência.

Quanto às sementes mortas, foi observada uma variação entre os tratamentos mais eficientes para cada lote. Porém, os tratamentos menos letais para todos os lotes foram: a testemunha de umedecimento do substrato com  $\text{KNO}_3$  e os tratamentos de 12 horas de imersão das sementes em  $\text{KNO}_3$  a 2, 4 e 6%. O menor período de imersão das sementes em  $\text{KNO}_3$  limita a entrada de íons nas células evitando a fitotoxicidade (Bonome et al., 2006)

Nos lotes 2 e 3 observou-se que a testemunha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ocasionou a maior mortalidade das sementes, com aumento de 43 e 86%, respectivamente, em relação à testemunha sem tratamento. Estes dados corroboram com aqueles obtidos na primeira etapa desta pesquisa (Tabela 5) e com outros estudos que apontam que o uso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pode ser prejudicial à qualidade fisiológica da semente (Macedo et al., 1994; Martins e Silva, 1998; Moreira, 2014).

Na comparação dos tratamentos, verificou-se que a imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  em todas as concentrações e períodos testados foram eficientes. No entanto, somente nas concentrações de 4, 6 e 8% por 12 horas e 2, 4 e 6% por 24 horas a superação da dormência reverteu em aumento significativo de germinação. Todos estes tratamentos são passíveis de aplicação pelas empresas. Porém, com vistas a adequação da rotina de trabalho e redução de custos o mais recomendado seria 4% por 24 horas.

#### **4 Conclusões**

A imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  é eficiente para a superação da dormência e promoção da germinação.

Visando a utilização pelas empresas de beneficiamento de sementes, a imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  4% por 24 horas é o tratamento mais indicado para a superação da dormência e promoção da germinação das sementes de *U. humidicola* cv. Comum.

## 5 Referências

Alves AM, Spósito THN, Martins FB, Pinto LEV, Bavaresco LG, Soldá RB, Loosli FS, Mello PR, Teixeira WF (2017) Superação de dormência em *Brachiaria humidicola* com ácido sulfúrico em diferentes estágios de armazenamento. **Colloquium Agrariae** 13:196–202.

Araújo RF, Zonta JB, Araújo EF, Heberle E, Zonta FMG (2011) Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes** 33:123–130.

Barbosa JC, Maldonado Júnior W (2015) AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. 396p.

Betoni R, Scalon S de PQ, Mussury RM (2011) Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* LAM.) (Sterculiaceae). **Revista Arvore** 35:605–616.

Binotti FFS, Sueda Junior C, Cardoso ED, Haga KI, Nogueira DC (2014) Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 9:614-618.

Bonome LT da S, Guimarães RM, Oliveira JA, Andrade V de C, Cabral P de S (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Ciência e Agrotecnologia** 30:422–428.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA. 395 p.

Câmara HHLL, Stacciarini-Seraphin E (2002) **Pesquisa Agropecuária Tropical** 32:21-28.

Cardoso ED, Sá ME, Haga KI, Binotti FFS, Costa E (2015) Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico. **Revista de Agricultura Neotropical** 2:42-48.

Carvalho DB, Carvalho RIN (2009) Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum Agronomy** 31:489–494.

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

Costa CJ, Araújo RB, Bôas HDCV (2011) Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:519-524.

Dias N da S, Blanco FF, Souza ER, Ferreira JF, Sousa Neto ON, Queiroz ÍSR (2016) Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In.: Gheyi, HR, Dias NS, Lacerda CF, Gomes Filho E (Eds.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, p. 151–162.

Euclides VPB, Valle CB, Macedo MCM, Almeida RG, Montagner DB, Barbosa RA (2010) Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:151–168.

Gazola D, Zucareli C, Camargo MC (2014) Comportamento germinativo de sementes de cultivares de milho sob condições de hipoxia. **Científica** 42:224–232.

Libório CB, Verzignassi JR, Fernandes CD, Lima ND (2018) Superação da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi pelo uso de ácido giberélico. **Revista de Ciências Agrárias** 61:1–9.

Libório CB, Verzignassi JR, Fernandes CD, Valle CB, Lima ND, Monteiro LC (2017) Potassium nitrate on overcoming dormancy in *Brachiaria humidicola* 'BRS Tupi' seeds. **Ciência Rural** 47:1-8.

Lopes JC, Macedo CMP (2008) Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes** 30:79–85.

Macedo EC, Groth D, Lago AA (1994) Efeito de escarificação com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 29:455–460.

Marcos Filho J (2015) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES, 659 p.

Martins CC, Martins D (2013) Superação de dormência de sementes de gramíneas. In: Silva J F, Martins D (Eds.) **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, p. 45-56.

Martins CC, Silva WR. (1998) Superação da dormência de sementes de capim colômbio. **Planta Daninha** 16:77-84.

Martins CC, Velini ED, Martins D (1997) Superação da dormência de sementes de capim-carrapicho. **Planta Daninha** 15:61-71

Martins L, Silva WRS (2001) Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36:997-1003.

Melo LF, Martins CC, Silva GZ, Boneti JEB, Vieira RD (2016) Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de capim-mombaça. **Revista Ciência Agronômica** 47:667–674.

Mendonça GS, Martins CC, Martins D, Lopes MTG (2015) Aspectos físicos e fisiológicos de sementes de *Fimbristylis dicothoma* relacionados à germinação e dormência. **Revista Ciência Agronômica** 46:539–545.

Moreira DAL (2014) **Superação da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi durante o armazenamento**. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UNESP, Botucatu.

Oliveira GM, Matias JR, Silva PP, Ribeiro RC, Dantas BF (2014) Germinação de sementes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend.) em diferentes condutividades elétricas. **Revista Sodebras** 9:70–73.

Schossler TR, Machado DM, Zuffo AM, Andrade FR, Piauilino AC (2012) Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera** 8:1563–1578.

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

Steiner F, de Oliveira SSC, Martins CC, Cruz SJS (2011) Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticales. **Ciência Rural** 41:200–204.

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

Torres FE, Anderson JP, Teodoro PE, Ribeiro LP, Corrêa CG, Silva FA (2016) Eficiência de tratamentos químicos e térmico na quebra de dormência de três espécies de *Brachiaria*. **Revista de Ciências Agrárias** 39:210–215.

Usberti R, Martins L (2007) Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release. **Revista Brasileira de Sementes** 29:143-147.

Verzignassi JR et al. (2013) Superação natural da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* BRS Tupi pela permanência no solo da área de produção. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, **Anais...** Florianópolis: Abrates. CD-ROM.



### **CAPÍTULO 3 - Tratamentos térmicos na superação da dormência de sementes de *Urochloa humidicola* cv. Comum**

**RESUMO** - A exposição de sementes a temperaturas elevadas constitui uma tecnologia para a superação da dormência passível de aplicação em larga escala, na unidade de beneficiamento de sementes de forrageiras. Com isso, objetivou-se com esse trabalho identificar tratamentos térmicos capazes de superar a dormência de sementes de *U. humidicola* cv. Comum. Três lotes de sementes foram submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha (sem tratamento), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) por 10 minutos, umedecimento do substrato de germinação com KNO<sub>3</sub> (0,2%), tratamentos térmicos de 40, 55, 70 e 85 °C por períodos de exposição de 4, 8, 12 e 16 horas em estufa com circulação forçada de ar. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, germinação, porcentagem de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, primeira contagem e tempo médio de germinação. Somente a imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e umedecimento do substrato de germinação com KNO<sub>3</sub> são técnicas eficientes na superação da dormência e promoção da germinação e vigor das sementes de modo independente dos lotes. Dependendo do lote, os tratamentos térmicos (55 °C/8 e 16 h; 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h) são eficientes na superação da dormência, que não necessariamente é revertida em elevação do desempenho fisiológico e da germinação.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*, forrageira, germinação, potencial fisiológico, temperatura

### CHAPTER 3 – Heat treatments to overcome dormancy of seeds of *Urochloa humidicola* cv. Comum

**ABSTRACT** – Exposure of seeds to high temperatures is a methodology for overcoming dormancy that can be applied on a large scale in the forage seed processing unit. This study aimed to identify heat treatments capable of overcoming dormancy of *Urochloa humidicola* cv. Comum seeds. Three seed lots were submitted to the following treatments: no treatment, no treatment, immersion in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) for 10 minutes, moistening of the germination substrate with KNO<sub>3</sub> (0,2%), heat treatments of 40, 55, 70 and 85 ° C for periods of exposure of 4, 8, 12 and 16 hours. The seeds were evaluated for water content, germination, percentage of abnormal seedlings, dead and dormant seeds, first count and average germination time. Only the immersion of the seeds in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and moistening of the germination substrate with KNO<sub>3</sub> are efficient techniques for overcoming dormancy and promoting seed germination and vigor independently of the lots. Depending on the lot, heat treatments (55 °C/8 e 16 h; 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h) are efficient in overcoming dormancy, which is not necessarily reversed in increasing physiological performance and germination.

**Keywords:** *Brachiaria*, forage, germination, physiological potencial, temperature

## 1 Introdução

A dormência pode ser citada como um dos principais fatores que dificultam a utilização das sementes de *U. humidicola* (Martins e Silva, 2001; Lacerda et al., 2010; Teixeira e Verzignassi, 2010; Moreira, 2014). A maioria dos lotes recém-colhidos desta espécie apresentam valores acima de 40% de sementes dormentes e baixa germinação se comparadas a sementes de outras espécies de braquiárias (Laura et al., 2009; Costa et al., 2011; Moreira, 2014; Libório et al., 2017). Na implantação das pastagens, estas características impedem a germinação uniforme, prejudicando o estabelecimento e favorecendo a instalação de plantas invasoras (Martins e Silva, 2001).

No caso de *U. humidicola*, existe uma demanda por pesquisas que visem solucionar esse problema na produção comercial (Verzignassi et al., 2013; Libório, 2015; Libório et al., 2017; Ajala-Luccas et al., 2018). Nas empresas, os métodos utilizados para a superação da dormência das sementes desta espécie são o armazenamento e a escarificação mecânica ou química com ácido sulfúrico (Martins e Silva, 2001; Usberti e Martins, 2007; Lacerda et al., 2010). No entanto, estas técnicas apresentam problemas. Os dois procedimentos de escarificação são de difícil adequação às sementes de *B. humidicola*, que por particularidades estruturais são facilmente danificadas (Usberti e Martins, 2007; Costa et al., 2011; Libório et al., 2017). O armazenamento como método de superação de dormência representa um entrave para a logística das empresas, atrasando as negociações.

As pesquisas voltadas à superação da dormência em sementes de gramíneas forrageiras têm considerado a ação de temperaturas elevadas (Martins e Silva, 1998; 2001; Almeida e Silva, 2004; Martins e Martins, 2013). Contudo, permanecem dúvidas relacionadas à quantificação de calor para cada espécie e cultivar.

Há indícios, que as altas temperaturas ou agentes oxidantes podem promover a remoção física ou química de ácidos graxos saturados de cadeia curta que controlam, primariamente, a dormência em cultivares fortemente dormentes de gramíneas provenientes de regiões tropicais (Seshu e Dadlani, 1991). Assim, a aplicação de altas temperaturas em estufa com circulação de ar tem apresentado bons resultados para algumas espécies (Martins e Silva, 1998; 2001; Almeida e Silva, 2004; Brasil, 2009).

Exposições a 40 e 55 °C, durante 5 e 10 horas, proporcionaram ganhos fisiológicos às sementes de *Panicum maximum* (Martins e Silva, 1998). Em contrapartida, a temperatura de 85 °C em períodos idênticos, apesar de reduzir a taxa de dormência, prejudicou fisiologicamente as sementes de *Panicum maximum* (Martins e Silva, 1998) e de *Urochloa brizantha* cv. Marandú (Martins e Silva, 2001). Paralelamente, o emprego de 70 °C por 10 e 15 horas beneficiou o desempenho das sementes de *U. brizantha*, reduzindo a dormência sem gerar deterioração fisiológica latente (Martins e Silva, 2001). Almeida e Silva (2004) verificaram que a exposição das sementes de *B. dictioneura* a 75 °C por 15 horas e imersão em ácido sulfúrico foram eficientes para a redução da dormência e promoção da germinação.

Assim, objetivou-se identificar tratamentos térmicos capazes de superar a dormência de sementes de *U. humidicola* cv. Comum.

## 2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida com três lotes de sementes de *U. humidicola* cv. Comum no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal. As sementes foram submetidas à passagem pelo soprador pneumático, complementada por catação manual para a obtenção da porção de sementes puras para a aplicação dos tratamentos e a realização das análises.

Após o beneficiamento, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha sem tratamento; semeadura em substrato umedecido com solução KNO<sub>3</sub> a 0,2%; imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%, 36N) por 10 minutos, seguida por lavagem em água corrente por 3 minutos e secagem sobre bancada a 25 °C por 24 horas; tratamentos térmicos com exposição das sementes às temperaturas de 40, 55, 70 e 85 °C durante 4, 8 12 e 16 horas. Após os tratamentos térmicos e de imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as sementes foram dispostas sobre bancada do laboratório para resfriamento e secagem, respectivamente, à 25 °C, por 24 horas. As sementes foram avaliadas por meio dos seguintes testes e determinações:

Teor de água: foi determinado pelo método da estufa logo após a aplicação dos tratamentos e antes da instalação do teste de germinação, com duas subamostras de 0,5 g de sementes, a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (Brasil, 2009).

Germinação: foi conduzida utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel, em caixas de plástico transparente com tampa (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) mantidas sob temperatura alternada de 20-35 °C e fotoperíodo de 8 horas (Brasil, 2009). A contagem das plântulas foi efetuada diariamente após o início da germinação até o 21º dia após a sementeira. Foram calculadas as porcentagens de plântulas normais e de plântulas anormais.

Tetrazólio: foi realizado para a identificação e contagem das sementes dormentes e mortas. As sementes remanescentes do teste de germinação foram cortadas ao meio no sentido longitudinal e uma das metades foi imersa em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1%, à 37 °C, por 3 horas. Após esse período, os embriões foram avaliados em lupa articulada de bancada com iluminação LED e aumento de 10x e os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais presentes ao sétimo dia após a sementeira e os resultados foram apresentados em porcentagem (Silva et al., 2017).

Tempo médio de germinação (TMG): realizado conjuntamente com o teste de germinação e obtido por meio da aplicação da fórmula proposta por (Carvalho e Carvalho, 2009).

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) em esquema fatorial 19 x 3 (tratamentos x lotes) com quatro repetições. Para as variáveis germinação, plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, e primeira contagem de germinação os dados foram transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$  para atender às pressuposições dos testes de normalidade e homogeneidade de variância pelo teste de Shapiro-Wilk. As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Agroestat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015). As médias apresentadas nas tabelas foram dos dados

originais em porcentagem. Os dados da avaliação do teor de água das sementes não foram avaliados estatisticamente.

### 3 Resultados e discussão

Após os tratamentos foram observados diferentes teores de água das sementes (Tabela 1). A imersão em  $H_2SO_4$  proporcionou aumento no teor de água, pois a remoção das estruturas de revestimento das sementes seguida de um enxague favoreceu a hidratação (Tomaz et al., 2016). De modo oposto, os tratamentos térmicos promoveram a perda de água progressiva, de acordo com o aumento da temperatura de secagem. Porém, o intervalo de tempo de 24 horas entre a aplicação dos tratamentos e a instalação dos testes de avaliação de qualidade foi suficiente para minimizar estas diferenças.

Tabela 1. Teor de água (%) de três lotes de sementes de *Urochola humidicola* cv. Comum logo após a aplicação dos tratamentos e depois da secagem por 24 horas, antes da instalação dos testes de avaliação de qualidade.

Tratamento	Teor de água					
	Após tratamentos			Antes da instalação dos testes		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
ST	-	-	-	9,0	8,8	10,3
KNO <sub>3</sub> (0,2%)	-	-	-	9,0	8,8	10,3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25,5	24,9	20,3	8,8	8,9	11,2
40°C / 4h	7,5	7,4	8,2	8,2	8,0	8,8
40°C / 8h	6,8	7,0	7,6	8,4	8,2	9,1
40°C / 12h	6,8	6,5	7,8	8,3	8,1	8,8
40°C / 16h	6,2	6,5	7,4	8,0	8,2	9,0
55°C / 4h	5,2	5,5	5,2	8,2	8,5	8,3
55°C / 8h	4,3	5,5	4,9	7,6	8,3	7,9
55°C / 12h	4,1	4,2	4,6	7,4	7,9	8,0
55°C / 16h	3,9	4,2	4,2	7,5	7,9	7,6
70°C / 4h	3,0	3,3	2,6	6,3	6,5	6,0
70°C / 8h	2,9	2,6	2,4	7,2	7,4	6,2
70°C / 12h	2,7	2,4	2,4	7,0	7,2	7,3
70°C / 16h	2,6	2,4	2,2	6,4	6,9	6,7
85°C / 4h	2,2	2,0	1,6	6,6	6,2	6,3
85°C / 8h	1,9	1,6	1,5	6,0	6,0	5,5
85°C / 12h	1,8	1,4	1,1	6,1	5,8	5,4
85°C / 16h	1,4	1,4	1,1	5,8	6,0	5,8

ST: testemunha sem tratamento; KNO<sub>3</sub> (0,2%): tratamento de umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%); H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Para os três lotes avaliados, os melhores tratamentos na superação da dormência foram: o umedecimento do substrato de germinação com  $\text{KNO}_3$  e a imersão das sementes em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Tabela 2). Estes também foram os tratamentos que resultaram em maior formação de plântulas normais, permitindo inferir que a superação da dormência resultou na germinação das sementes. Estes resultados concordam com os obtidos por Vela et al. (2018) e Silva et al. (2014) quanto ao  $\text{H}_2\text{SO}_4$  em sementes de *Brachiaria brizantha* e Mendonça et al. (2015) sobre o  $\text{KNO}_3$  em *Fimbristylis dicrothoma*.

É importante ressaltar que o uso do  $\text{KNO}_3$ , por sua ação oxidante, vem sendo recomendado como método para superação da dormência de sementes de forrageiras (Cardoso et al. 2015).

Tabela 2. Porcentagem de germinação e de sementes dormentes de três lotes de *Urochloa humidicola* cv. Comum submetidas a tratamentos químicos e térmicos.

Tratamentos	Germinação (%)			Sementes dormentes (%)		
	Lote 1	Lote2	Lote3	Lote 1	Lote2	Lote3
ST	11,0 fB	26,0 cA	28,3 fgA	38,5 cdA	34,3 cdA	30,8 gA
T $\text{KNO}_3$	63,5 aB	75,0 aA	69,5 aAB	6,0 aB	6,0 aB	1,0 aA
T $\text{H}_2\text{SO}_4$	37,0 bB	54,0 bA	61,0 abA	4,0 aA	3,0 aA	2,5 abA
40 °C / 4h	21,5 cdB	14,5 defC	38,3 defA	39,8 cdAB	44,0 cdB	30,0 fgA
40 °C / 8h	10,5 fB	14,0 efB	38,3 defA	33,3 cdAB	42,5 cdB	29,0 fgA
40 °C / 12h	17,0 cdefB	20,0 cdeB	42,0 cdeA	32,3 cdB	40,8 cdB	19,8 efgA
40 °C / 16h	12,0 efB	15,0 defB	45,3 cdeA	45,5 dB	44,3 cdB	23,3 efgA
55 °C / 4h	20,0 cdeB	12,8 efC	40,3 deA	39,5 cdB	35,3 cdB	18,0 efgA
55 °C / 8h	18,5 cdefB	16,0 defB	38,8 defA	33,5 cdB	39,8 cdB	15,0 cdeA
55 °C / 12h	14,8 defB	18,0 cdeB	39,3 defA	33,3 cdB	35,0 cdB	20,3 efgA
55 °C / 16h	13,0 defB	9,5 fB	44,8 cdeA	37,0 cdB	39,5 cdB	16,5 defA
70 °C / 4h	15,0 defB	21,0 cdeB	50,0 bcdA	30,5 cdB	40,5 cdB	2,5 abA
70 °C / 8h	16,3 cdefB	12,8 efB	46,0 cdA	31,5 cdB	46,8 cdC	6,8 bcdA
70 °C / 12h	16,5 cdefB	20,5 cdeB	34,3 efgA	32,8 cdAB	38,5 cdB	24,0 efgA
70 °C / 16h	17,3 cdefB	23,0 cdB	52,3 bcA	35,3 cdB	33,0 cdB	4,0 abA
85 °C / 4h	16,0 cdefB	17,8 cdeAB	23,8 ghA	30,0 bcdB	47,3 dC	5,0 abA
85 °C / 8h	15,5 cdefA	16,5 cdefA	16,0 hA	31,0 cdB	31,0 cB	5,5 abA
85 °C / 12h	18,3 cdefA	21,0 cdeA	7,5 iB	25,8 bcB	34,0 cdB	6,5 bcA
85 °C / 16h	25,0 cA	20,0 cdeAB	18,0 hB	16,5 bB	17,0 bB	6,5 bcA

ST: testemunha sem tratamento,  $\text{KNO}_3$  (0,2%): semeadura em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  (0,2%);  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : imersão das sementes em  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ , médias originais apresentadas.

Quanto aos tratamentos térmicos, foi possível observar que nos lotes 1 e 2 a temperatura de 85 °C/16 h foi o único tratamento que em comparação com a testemunha reduziu significativamente a taxa de sementes dormentes. Resultado

semelhante foi encontrado por Almeida e Silva (2004) em sementes de *Urochloa dictyoneura* cv. Llanero, onde o tratamento térmico de 85 °C nos períodos de 10 e 15 horas diferiram da testemunha sem tratamento. Observando os valores absolutos, alguns tratamentos térmicos ocasionaram maior dormência que as testemunhas. Isso pode estar associado à indução de uma dormência secundária ocasionada pela alta temperatura sobre as sementes (Geneve, 2005).

Nas sementes do lote 3, a redução da dormência foi verificada com a aplicação dos tratamentos de 55 °C/8 e 16 h, 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h. Destaca-se que na comparação entre os lotes, o lote 3 apresentou a menor porcentagem de sementes dormentes após a aplicação de todos os tratamentos. A diferença de resposta dos lotes de sementes aos tratamentos que envolvem a ventilação com ar seco e aquecido também foi verificada para *U. humidicola* cv. Tully (Pereira et al., 2014).

Os resultados da porcentagem de germinação nos permitem inferir que os lotes apresentaram comportamentos distintos quanto aos diferentes tratamentos térmicos. Observou-se no lote 1 que somente a exposição das sementes a 55 °C/8 h e 85 °C/16 h foram superiores à testemunha sem tratamento. No lote 2, todos os tratamentos térmicos resultaram em porcentagens iguais ou inferiores à testemunha sem tratamento. Enquanto para o lote 3, os tratamentos de temperatura 40 °C/12 e 16 h, 55 °C/4 e 16 h e 70 °C/4; 8 e 16 h foram superiores à testemunha sem tratamento. Neste lote a germinação das sementes submetidas a 70 °C/4 e 16 h não diferiu daquelas imersas em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Este último tratamento pode ser utilizado como referência de desempenho, pois é indicado pela Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009) e costuma ser utilizado pelas empresas de sementes forrageiras para a superação da dormência.

A exposição das sementes dos lotes 1 e 2 a 85 °C/16 h ocasionou a maior porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação (Tabela 3). Porém, esse resultado somente diferiu estatisticamente do tratamento de 40 °C/ 8 h em ambos os lotes. O lote 3 apresentou valores de plântulas anormais menores ou iguais aos demais lotes. Neste lote o tratamento que ocasionou menor formação destas plântulas foi 40 °C/12 h, embora somente tenha diferido de 70 °C/12 h.



Quanto à porcentagem de sementes mortas dos três lotes avaliados, a testemunha não diferiu da quase totalidade dos tratamentos, exceto o tratamento de umedecimento do substrato com  $\text{KNO}_3$  nos lotes 1 e 2 e a exposição das sementes a  $40\text{ }^\circ\text{C}/4\text{ h}$  no lote 1, que ocasionaram menor mortalidade de sementes. Para o lote 3, a exceção foi a exposição a  $85\text{ }^\circ\text{C}$ , que em todos os períodos avaliados, aumentou a porcentagem de sementes mortas. Almeida e Silva (2004) em estudo com *U. dictyoneura* cv. Assim, apesar ter reduzido a taxa de dormência, a ventilação com ar seco e aquecido nesta temperatura elevada prejudicou fisiologicamente as sementes. De modo semelhante ao observado em sementes de *U. dictyoneura* cv. Llanero, principalmente após o armazenamento das sementes (Almeida e Silva, 2004).

Tabela 3. Porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas de três lotes de *Urochola humidicola* cv. Comum submetidas a tratamentos químicos e térmicos.

Tratamentos	Plântulas anormais (%)			Sementes mortas (%)		
	Lote 1	Lote2	Lote3	Lote 1	Lote2	Lote3
ST	7,5 abA	4,0 abA	4,0 abA	43,0 cdA	35,8 bcdeA	36,8 abcdA
T $\text{KNO}_3$	4,5 abA	4,5 abA	3,5 abA	26,0 aB	14,0 aA	26,0 aB
T $\text{H}_2\text{SO}_4$	5,5 abA	6,5 abA	4,5 abA	53,5 dB	36,5 bcdefA	32,0 abcA
$40\text{ }^\circ\text{C}/4\text{h}$	9,5 abB	4,0 abA	4,0 abAB	29,3 abAB	37,5 bcdefB	27,5 abA
$40\text{ }^\circ\text{C}/8\text{h}$	4,0 aA	2,5 aA	3,5 abA	52,3 dC	41,3 cdefB	28,8 abcA
$40\text{ }^\circ\text{C}/12\text{h}$	10,5 abB	4,3 abAB	1,0 aA	40,3 bcdA	35,3 bcdA	37,5 abcdA
$40\text{ }^\circ\text{C}/16\text{h}$	9,0 abA	4,0 abA	3,5 abA	33,5 abcAB	36,8 bcdefB	27,8 abA
$55\text{ }^\circ\text{C}/4\text{h}$	4,5 abA	8,5 abA	6,0 abA	36,0 abcA	43,8 defA	35,8 abcdA
$55\text{ }^\circ\text{C}/8\text{h}$	3,5 aA	8,5 abA	5,5 abA	44,5 cdB	35,8 bcdeA	40,8 cdAB
$55\text{ }^\circ\text{C}/12\text{h}$	9,3 abA	4,5 abA	6,0 abA	42,8 cdA	42,5 cdefA	34,3 abcdA
$55\text{ }^\circ\text{C}/16\text{h}$	7,0 abAB	7,5 abB	3,5 abA	43,3 cdA	43,5 defA	35,3 abcdA
$70\text{ }^\circ\text{C}/4\text{h}$	10,5 abB	11,0 bB	2,0 abA	44,0 cdB	27,5 bA	45,5 dB
$70\text{ }^\circ\text{C}/8\text{h}$	8,0 abA	4,0 abA	7,0 abA	44,3 cdA	36,8 bcdefA	40,0 bcdA
$70\text{ }^\circ\text{C}/12\text{h}$	6,5 abA	10,5 bA	9,5 bA	44,3 cdB	30,3 bcA	32,3 abcA
$70\text{ }^\circ\text{C}/16\text{h}$	6,3 abAB	10,5 abB	3,8 abA	41,5 bcdA	33,5 bcdA	40,0 bcdA
$85\text{ }^\circ\text{C}/4\text{h}$	8,5 abA	4,5 abA	7,3 abA	45,5 cdB	30,5 bcA	64,3 eC
$85\text{ }^\circ\text{C}/8\text{h}$	11,0 abB	4,0 abA	2,5 abA	42,3 cdA	48,5 efA	76,0 efB
$85\text{ }^\circ\text{C}/12\text{h}$	12,8 abB	6,5 abAB	3,0 abA	43,5 cdA	38,5 bcdefA	83,0 fB
$85\text{ }^\circ\text{C}/16\text{h}$	16,5 bB	13,5 bB	4,0 abA	41,5 bcdA	49,0 fA	71,5 eB

ST: testemunha sem tratamento,  $\text{KNO}_3$  (0,2%): semeadura em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  (0,2%);  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : imersão das sementes em  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ , médias originais apresentadas.

Quanto à velocidade de germinação avaliada pelos testes de primeira contagem e tempo médio de germinação, nos lotes 1 e 2 não foram observadas interferências dos tratamentos em nenhuma das duas variáveis (Tabela 4). Entretanto, o lote 3 apresentou comportamento distinto, pois a imersão das sementes em  $\text{H}_2\text{SO}_4$

e os tratamentos térmicos de 40; 55 e 70 °C em todos os períodos de exposição melhorou o desempenho germinativo avaliado pelo teste da primeira contagem e pelo tempo médio de germinação. Nestes testes, as sementes submetidas a 85 °C por qualquer período de tempo apresentaram os piores resultados, mas não diferiram da testemunha e do umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%).

Tabela 4. Porcentagem da primeira contagem e tempo médio de germinação de três lotes de *Urochola humidicola* cv. Comum submetidas a tratamentos químicos e térmicos.

Tratamentos	Primeira contagem <sup>1</sup> (%)			Tempo médio de germinação (dias)		
	Lote 1	Lote2	Lote3	Lote 1	Lote2	Lote3
ST	0,5 aB	3,8 aAB	3,6 cA	12 aA	12 aA	12 cdA
T KNO <sub>3</sub>	0,0 aB	4,5 aAB	3,5 cA	14 aB	11 aAB	10 bcdA
T H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0 aB	1,5 aB	48,1aA	13 aB	11 aA	8 aA
40 °C / 4h	0,0 aB	1,6 aB	26,1 bA	13 aB	13 aB	9 abA
40 °C / 8h	0,5 aB	2,6 aB	26,1 bA	12 aB	13 aB	9 abA
40 °C / 12h	0,0 aB	1,6 aB	34,8 abA	12 aB	14 aB	8 aA
40 °C / 16h	1,0 aB	0,5 aB	38,6 abA	15 aB	14 aB	8 aA
55 °C / 4h	1,0 aB	0,0 aB	29,2 bA	13 aB	14 aB	9 abA
55 °C / 8h	0,5 aB	1,5 aB	31,2 abA	12 aC	15 aB	8 aA
55 °C / 12h	0,5 aB	2,5 aB	31,8 abA	14 aB	14 aB	8 aA
55 °C / 16h	0,0 aB	1,0 aB	30,0 abA	14 aB	13 aB	9 abA
70 °C / 4h	0,0 aB	0,5 aB	38,0 abA	13 aB	14 aB	8 aA
70 °C / 8h	0,5 aB	0,5 aB	26,1 bA	14 aB	12 aB	8 aA
70 °C / 12h	0,0 aB	0,0 aB	28,7 bA	15 aB	14 aB	8 aA
70 °C / 16h	0,0 aB	0,0 aB	31,2 abA	14 aB	13 aB	9 abA
85 °C / 4h	0,0 aA	0,0 aA	1,5 cA	13 aA	14 aA	12 cdA
85 °C / 8h	0,0 aA	0,0 aA	1,0 cA	14 aA	14 aA	12 cdA
85 °C / 12h	0,0 aA	0,0 aA	0,5 cA	14 aA	14 aA	13 dA
85 °C / 16h	0,0 aA	0,0 aA	0,0 cA	14 aA	13 aA	12 cdA

ST: testemunha sem tratamento, KNO<sub>3</sub> (0,2%): semeadura em substrato umedecido com KNO<sub>3</sub> (0,2%); H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>1</sup>: Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ , médias originais apresentadas.

A maior velocidade de germinação avaliada pelo teste da primeira contagem foi verificada para as sementes submetidas ao H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 40 °C/12 e 16 h; 55 °C/8; 12 e 16 h e 70 °C/4 e 16 h.

Na comparação dos tratamentos, verificou-se que a aplicação de altas temperaturas em sementes pode favorecer ou prejudicar o seu desempenho. Embora, os tratamentos térmicos possam representar uma tecnologia promissora para a superação da dormência, nesta pesquisa observou-se que a temperatura utilizada, o tempo de exposição e o lote de sementes influenciam os resultados.

## 4 Conclusões

Dependendo do lote, os tratamentos térmicos (55 °C/8 e 16 h; 70 °C/4; 8 e 16 h e 85 °C/4; 8; 12 e 16 h) são eficientes na superação da dormência, que não necessariamente é revertida em elevação do desempenho fisiológico e da germinação. Portanto, maiores estudos são necessários para o aprimoramento desta tecnologia.

## 5 Referências

Ajala-Luccas D, Ribeiro-Oliveira JP, Silveira LED, Silva EAA (2018) An integrative insight on dormancy alleviation in diaspores of *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone e Zuloaga, a tropical grass with great economic and ecological impact. **Plant Biology** 20:252–262.

Almeida CR, Silva WR (2004) Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes** 26:44-49.

Barbosa JC, Maldonado Júnior W (2015) AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. 396p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA. 395 p.

Cardoso ED, Sá ME, Haga KI, Binotti FFS, Costa E (2015) Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico. **Revista de Agricultura Neotropical** 2:42-48.

Carvalho DB, Carvalho RIN (2009) Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum Agronomy** 31:489–494.

Costa CJ, Araújo RB, Bôas HDCV (2011) Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:519-524.

Geneve RL (2005) Some Common Misconceptions About Seed Dormancy. **International Plant Propagators Society** 55:327-330.

Lacerda MJR, Cabral JSR, Sales JF, Freitas KR, Fontes AJ (2010) Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu", **Semina: Ciências Agrárias** 31:823-828.

Laura VA, Rodrigues APDC, Arias ERA, Chermouth KS, Rossi T (2009) Qualidade física e fisiológica de sementes de braquiárias comercializadas em Campo Grande – MS. **Ciência e Agrotecnologia** 33:326-332.

Libório CB (2015) **Sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi: causas da dormência e efeitos de nitrato de potássio e de ácido giberélico na superação.** 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – IF Goiano, Rio Verde.

Libório CB, Verzignassi JR, Fernandes CD, Valle CB, Lima ND, Monteiro LC (2017) Potassium nitrate on overcoming dormancy in *Brachiaria humidicola* 'BRS Tupi' seeds. **Ciência Rural** 47:1-8.

Martins CC, Martins D (2013) Superação de dormência de sementes de gramíneas. In: Silva J F, Martins D (Eds.) **Manual de aulas práticas de plantas daninhas.** Jaboticabal: FUNEP, p. 45-56.

Martins CC, Silva WR. (1998) Superação da dormência de sementes de capim colômbio. **Planta Daninha** 16:77-84.

Martins L, Silva WRS (2001) Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36:997-1003.

Mendonça GS, Martins CC, Martins D, Lopes MTG (2015) Aspectos físicos e fisiológicos de sementes de *Fimbristylis dicothoma* relacionados à germinação e dormência. **Revista Ciência Agronômica** 46:539–545.

Moreira DAL (2014) **Superação da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi durante o armazenamento.** 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UNESP, Botucatu.

Pereira AM, Abrantes FL, Machado-Neto NB, Custódio CC (2014) Ar seco e aquecido no processo de dormência e germinação de sementes de *Urochloa humidicola*. **Colloquium Agrariae** 10:09-25.

Seshu DV, Dadlani M (1991) Mechanism of seed dormancy in rice. **Seed Science Research** 1:187-194.

Silva ALMS, Torres FE, Garcia LLP, Mattos EM, Teodoro PE (2014) Tratamentos para quebra de dormência em *Brachiaria brizantha*. **Revista de Ciências Agrárias** 37:37-41.

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

Teixeira RN, Verzignassi JR (2010) **Colheita de sementes de *Brachiaria humidicola* pelo método de sucção**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 117). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/861593/1/COT117.pdf>>. Acesso em 19 out. 2019.

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

Usberti R, Martins L (2007) Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release. **Revista Brasileira de Sementes** 29:143-147.

Vela RS, Moterle LM, Santos RF, Chichanoski C, Braccini AL (2018) Quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Revista de Ciências Agrárias** 42:27-335.

Verzignassi JR et al. (2013) Superação natural da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* BRS Tupi pela permanência no solo da área de produção. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, **Anais...** Florianópolis: Abrates. CD-ROM.

## CAPÍTULO 4 – Considerações finais

Sendo o Brasil um grande consumidor e produtor de sementes de gramíneas forrageiras e a *Urochloa humidicola* uma importante espécie utilizada na formação de pastagem, pesquisas voltadas à melhoria da qualidade fisiológica e do desempenho dessas sementes no campo são importantes para o setor agropecuário.

Com esta pesquisa, identificou-se que embora o uso de tratamentos térmicos seja uma metodologia de superação de dormência recomendadas para algumas espécies do gênero *Urochloa*, para a *U. humidicola* os resultados não foram satisfatórios. Por outro lado, a imersão das sementes em solução de  $\text{KNO}_3$  representa uma alternativa para a substituição do ácido sulfúrico e uma nova metodologia passível de aplicação em laboratórios de pesquisa e unidades de beneficiamento de sementes.

A partir dos resultados encontrados nesse trabalho, aponta-se a necessidade de novos estudos, desta vez para avaliar as sementes tratadas quanto à manutenção da qualidade durante o armazenamento, pois estas podem apresentar uma deterioração mais acelerada do que as sementes não tratadas.

Os tratamentos de superação da dormência devem ser eficazes, mas sem reduzir a longevidade das sementes no armazenamento e novas pesquisas deverão ser conduzidas sobre o tema.