

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DURAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DO CAPIM - TANZÂNIA**

**CAMILA DE AQUINO TOMAZ**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Agricultura).

BOTUCATU-SP

Fevereiro - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DURAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DO CAPIM - TANZÂNIA**

**CAMILA DE AQUINO TOMAZ**

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cibele Chalita Martins

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura)).

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

T655d Tomas, Camila de Aquino, 1983-  
Duração do teste de germinação do capim-tansânia /  
Camila de Aquino Tomas. - Botucatu : [s.n.], 2009.  
viii, 38 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2009  
Orientador: Cibele Chalita Martins  
Inclui bibliografia.

1. Capim-tansânia. 2. Germinação. 3. Sementes. I. Martins, Cibele Chalita. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "DURAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DO CAPIM-TANZÂNIA"**

ALUNA: CAMILA DE AQUINO TOMAZ

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CIBELE CHALITA MARTINS

Aprovado pela Comissão Examinadora



\_\_\_\_\_  
PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CIBELE CHALITA MARTINS



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. CINIRO COSTA

Data da Realização: 17 de fevereiro de 2009.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Camila de Aquino Tomaz, filha de João Cláudio Tomaz da Silva e Angela Maria de Aquino Tomaz, nasceu na cidade de Botucatu, estado de São Paulo, no dia 09 de julho de 1983.

Diplomou-se em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, em 2006.

Em março de 2007, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia Área de Concentração: Agricultura, no Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, obtendo o título de Mestre em fevereiro de 2009.

A toda minha família,

Aos meus amigos

**DEDICO**

A minha filha Nauá

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cibele Chalita Martins pela orientação em seis anos de caminhada, pelos ensinamentos transmitidos e pela amizade.

À Faculdade de Ciências Agronômicas, pela formação agronômica e pela oportunidade de realizar este curso.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Agricultura, pela dedicação e qualidade de ensino.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso e incentivo à pesquisa.

Aos Prof. Dr. João Nakagawa e Prof. Dr. Cláudio Cavariani pela amizade e ensinamentos durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal pelo auxílio durante o curso e em especial ao Maurílio, Cirinho, à Vera, Lana e Valéria pela amizade, atenção e apoio.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lídia Raquel Carvalho pela grande colaboração nas análises estatísticas.

À Seção de Pós-Graduação nas pessoas de Marilena, Marlene e Tainá.

Às Empresas JC MASCHIETTO, MATSUDA, e NATERRA, pelo fornecimento das sementes.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação e Biblioteca, pela atenção e por todos os serviços que prestaram sempre de forma solícita.

Aos estagiários e amigos do Laboratório de Análise de Sementes, em especial a Carla, Mariana, Natasha, Isliana e Carolina.

Aos meus pais, a quem dedico este trabalho, que são exemplo de vida para mim, por todo esforço para minha formação, por tudo que fizeram por mim, pela compreensão, amor e amizade.

Aos amigos e colegas da Graduação.

Aos queridos Fabiany, Rodrigo e Daniel pelos bons momentos, amizade e companheirismo.

Às amigas Fabiana, Natália, Carolina, Fernanda, Lívia pela amizade de hoje e de sempre.

A toda minha família por todo apoio, amor e compreensão.

Aos amigos e colegas do curso de Pós-Graduação da Agricultura.

A todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. Local de condução do trabalho.....	12
3.2. Avaliações laboratoriais.....	13
3.2.1. Atributos físicos, químicos e fisiológicos das sementes.....	13
3.2.1.1. Teor de água.....	13
3.2.1.2. Teste de germinação.....	13
3.2.1.3. Teste de tetrazólio.....	14
3.3. Metodologia estatística.....	14
3.3.1 Método da Regressão Logística.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Teor de água.....	16
4.2. Teste de germinação.....	18
4.3. Análise da porcentagem de germinação (parâmetro $\alpha$ ) .....	20
4.4. Análise da data de estabilização da germinação (parâmetro $\beta$ ) ...	22
4.5. Análise da velocidade de germinação (parâmetro $\gamma$ ) .....	23
4.6. Sementes vivas após o término do teste de germinação.....	31
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Esquema da análise de variância para a estimativa de cada parâmetro para o trabalho.....	16
<b>Tabela 2.</b> Dados médios do grau de umidade antes e após escarificação ácida (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) em sementes de <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia.....	18
<b>Tabela 3.</b> Estimativas da porcentagem de germinação ( $\alpha$ ), da data de estabilização da germinação ( $\beta$ ) e a velocidade de germinação ( $\gamma$ ) e desvio-padrão referentes aos ajustes médios, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas.....	19
<b>Tabela 4.</b> Quadro de análise de variância referente à estimativa de porcentagem de germinação (parâmetro $\alpha$ ).....	21
<b>Tabela 5.</b> Média e desvio-padrão referentes à estimativa da porcentagem de germinação (parâmetro $\alpha$ ) segundo tratamento e temperatura.....	22
<b>Tabela 6.</b> Média e desvio-padrão referentes à estimativa da data de estabilização da germinação (parâmetro $\beta$ ) segundo tratamento e temperatura.....	23
<b>Tabela 7.</b> Quadro de análise de variância referente à data de estabilização da germinação (parâmetro $\beta$ ).....	24
<b>Tabela 8.</b> Quadro de análise de variância referente à estimativa da velocidade de germinação (parâmetro $\gamma$ ).....	25
<b>Tabela 9.</b> Média e desvio-padrão referentes à estimativa da velocidade de germinação (parâmetro $\gamma$ ) segundo tratamento e temperatura.....	26

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Valores médios observados (obs) e estimados (est) através do modelo logístico $y=a/(1+\exp(-(b+c*x)))$ , para a porcentagem de germinação, para métodos de superação de dormência ( $H_2SO_4$ , $KNO_3$ e TESTEMUNHA) e temperaturas (15-35°C e 20-30°C), em função do tempo (dias) para <i>P.maximum</i> .....	20
<b>Figura 2.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento para $KNO_3$ na temperatura 15-35°C, $Y_i=88,9-21,2(4,8-X_{LRi})$ .....	28
<b>Figura 3.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento para $KNO_3$ na temperatura 20-30°C, $Y_i=82,5-16,8(5,7-X_{LRi})$ .....	28
<b>Figura 4.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) para testemunha (sem tratamento) na temperatura 15-35°C, $Y_i=80,8-17,6(5,2-X_{LRi})$ .....	29
<b>Figura 5.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) para testemunha (sem tratamento) na temperatura 20-30°C, $Y_i=82,1-16,7(5,5-X_{LRi})$ .....	29
<b>Figura 6.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento $H_2SO_4$ na temperatura 15-35°C, $Y_i=57,4-15,2(4,3-X_{LRi})$ .....	30
<b>Figura 7.</b> Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento $H_2SO_4$ na temperatura 20-30°C, $Y_i=47,4-4,2(8,3-X_{LRi})$ .....	30

## RESUMO

O tempo de 28 dias recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) para o teste de germinação de sementes de *Panicum maximum* é considerado excessivo pelos produtores, comerciantes e laboratórios de análise de sementes de forrageiras, que dependem dos resultados do teste para a tomada de decisões de controle de qualidade e comercialização. Desta forma, o presente trabalho teve o objetivo de determinar o tempo necessário para a condução do teste de germinação de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Na pesquisa, 30 lotes de sementes fiscalizadas foram submetidas ou não (testemunha) aos seguintes tratamentos para a superação de dormência: germinação em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  (0,2%), escarificação com ácido sulfúrico (98% 36N) por 5 minutos e testemunha. Os lotes foram avaliados pelo teste de germinação sob duas condições de temperaturas alternadas (20-30°C e 15-35°C), com luz ( $78 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ / 8h). Para a identificação da data de término do teste foram realizadas contagens diárias do número de plântulas normais e para cada lote, tratamentos de superação de dormência e temperatura, foi ajustada uma curva de crescimento para a avaliação da germinação. As sementes remanescentes do teste de germinação foram submetidas ao teste de tetrazólio, classificando-se as sementes em viáveis e não viáveis (mortas). No delineamento experimental os 30 lotes foram considerados as repetições, obtendo-se as estimativas dos parâmetros do modelo de regressão segmentada para cada tratamento, foi

realizada análise de variância onde foram comparados os tratamentos para a superação de dormência e as temperaturas. Por meio do modelo de regressão segmentada foi possível estimar o tempo necessário à condução do teste de germinação, determinando-se o valor a partir do qual a diferença entre a assíntota e a função estimada não foi estatisticamente significativa. O teste de germinação do capim-tanzânia conduzido na alternância de temperatura de 15-35°C por 16-8h sob luz ( $78\mu\text{mol. s}^{-1} \text{ m}^{-2}/8\text{h}$ ) em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  é o mais indicado por permitir máxima porcentagem de germinação (89%) em menor tempo (quatro dias), enquanto que na alternância de temperatura de 20-30°C as taxas de germinação atingiram 81 a 83% no período de cinco a seis dias e o tratamento com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , independente da alternância de temperatura utilizada (15-35°C e 20-30°C) prejudicou a taxa de germinação.

**DURATION OF GERMINATION TEST OF *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Jacq.) Botucatu, 2009. 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.**

Author: CAMILA DE AQUINO TOMAZ

Adviser: CIBELE CHALITA MARTINS

**SUMMARY**

The time of 28 days recommended by the Rules for Seed Analysis (RAS) to test the germination of *Panicum maximum* is considered excessive by producers, traders and laboratory analysis of forage seeds, which depend on the results of the test for making decisions of quality control and marketing. The present study aimed to determine the time required for the conduct of the germination test of *Panicum maximum* cv. Tanzania. In the survey, 30 seed lots were audited or not (control) to the following treatments to overcome dormancy: germination in soak with  $\text{KNO}_3$  (0.2%), scarification with sulfuric acid (98% 36N) for 5 minutes and witness. The lots were assessed by the germination test under two conditions of alternating temperatures (20-30°C and 15-35°C) with light ( $78 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}/8\text{h}$ ). To identify the date of ending of the test were made daily counts of the number of normal seedlings for each lot, treatment of overcoming dormancy and temperature, was fitted a curve of growth for the assessment of germination. The remaining seeds in the germination test were submitted to tetrazolium test and sorting out the seeds into viable and non viable (dead). In the experimental design the 30 lots were considered the replications, resulting in estimates of the parameters of the segmented regression model for each treatment, was performed an analysis of variance where the treatments were compared to overcome dormancy and temperature. Through regression model was targeted to estimate the time required to conduct the germination test, determining whether the value at which the difference between the estimated asymptote and function was not statistically significant. The germination test of grass-tanzania conducted in alternating temperature of 15-35 ° C for 16-under 8h light ( $78\mu\text{mol. s}^{-1} \text{m}^{-2}/8\text{h}$ ) in substrate moistened with  $\text{KNO}_3$  is more appropriate to allow maximum percentage of germination (89%) in less time (four days), while the alternating temperature of 20-30 ° C the germination rates reached 81 to 83% within five to six days and treatment with  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , independent of the alternation of temperature used ( 15-35 ° C and 20-30 ° C) affected the rate of germination.

---

Keywords: *Panicum maximum*, seed, germination test, dormancy breaking treatments, alternating temperatures.

## 1. INTRODUÇÃO

*Panicum maximum* (Jacq.) é uma importante espécie como forrageira no Brasil, devido ao alto potencial de produção de matéria seca por unidade de área, adaptabilidade, qualidade de forragem, facilidade de estabelecimento e aceitabilidade pelos animais.

A formação de pastagens com *P.maximum* é realizada por meio de sementes, dessa forma é de grande importância que as sementes utilizadas apresentem boa qualidade. A avaliação da qualidade destas sementes é realizada pelo teste de germinação padronizado com condições específicas de temperatura, luz, umedecimento e tipo de substrato, métodos de superação de dormência, datas e métodos de avaliação de germinação, o que permite a obtenção de resultados reproduzíveis e comparáveis entre laboratórios.

De acordo com as Regras para Análise de Sementes – (RAS) (BRASIL, 1992), o tempo recomendado para o teste de germinação de *P. maximum* é de 28 dias e pode ser prolongado por até 35 dias, se forem constatadas sementes dormentes. Esse período é considerado longo pelos laboratórios de análise, empresas, agricultores e pecuaristas que produzem e comercializam essas sementes, representando um problema para a escolha dos lotes para aqueles que pretendem adquirir. Dessa forma, as escolhas na aquisição dos lotes são baseadas na intuição e experiência do comprador, no preço das sementes e nos resultados do teste de tetrazólio.

O teste de germinação para sementes de *P.maximum* necessita de estudos adicionais, principalmente no que se refere ao tempo previsto para a sua conclusão,

considerado longo e representando um problema para a comercialização dos lotes que precisam aguardar a obtenção dos resultados do teste para serem negociados. A escolha da temperatura e do método de superação de dormência, dentre os vários recomendados pelas RAS, também podem gerar dúvidas na condução do teste, pois podem influenciar os resultados, favorecendo ou prejudicando a germinação.

Há indícios de que o tempo recomendado para o teste padrão de germinação de capim-tanzânia possa ser diminuído. Isto foi verificado em trabalhos com outras gramíneas forrageiras como *Paspalum notatum* Flügge e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf (MAEDA & PEREIRA, 1997; GASPAR-OLIVEIRA et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi determinar o tempo necessário à condução do teste de germinação para sementes de *P.maximum* cv. Tanzânia, estabelecendo o método de superação de dormência e a temperatura que proporcionem a maior porcentagem e velocidade de germinação em menor tempo, a fim de otimizar as atividades laboratoriais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Capins do gênero *Panicum* estão entre os mais importantes para a pecuária nas regiões de clima tropical e subtropical e são responsáveis pela engorda de grande parte dos bovinos no país. Nas décadas de 60 a 80 destacou-se como o capim precursor da pecuária na Amazônia. Adicionalmente, o colônio apresenta boa aceitabilidade por eqüinos e ovinos (JANK, 2003). No Brasil, o *P. maximum* movimenta aproximadamente 11% do mercado de sementes de forrageiras representando em torno de U\$ 27,5 milhões, dos quais U\$ 25 milhões são referentes às cultivares Tanzânia-1 e Mombaça (ANDRADE, 2001). Assim, o país tornou-se o maior produtor e exportador de sementes de gramíneas forrageiras tropicais do mundo. A maior parte dos países da América Latina utiliza sementes brasileiras para formar suas pastagens, e somente adquirem produtos com alto valor cultural (VC) e com índices de pureza de até 95%. Enquanto, o mercado interno, que é pouco exigente, utiliza sementes com baixo VC e índices de pureza de aproximadamente 45% (MASCHIETTO & BATISTA, 2005).

Maschietto (2007) constatou que, dentre as sementes de *P. maximum* comercializadas no país a cv. Tanzânia domina o mercado representando mais de 50% do total comercializado no ano de 2006.

A área de pastagens cultivadas no Brasil teve aumento significativo a partir da década de 70 devido à utilização de sementes na sua formação. Quando comparado à implantação de pasto por mudas, a formação de pastagens com sementes pode ser considerada um método de menor custo e maior agilidade operacional e qualidade de serviços. Assim,

torna-se importante a utilização de sementes de boa qualidade, com alta porcentagem de germinação e vigor (GARCIA & CÍCERO, 1992; DIAS & TOLEDO, 1993; CASTRO et al. 1994; PIRES, 1997; LAGO & MARTINS, 1998).

Trabalhos realizados com sementes de gramíneas forrageiras têm demonstrado que há possibilidade de reduzir o tempo recomendado para o teste padrão de germinação recomendado pelas RAS (BRASIL, 1992). No Laboratório Central de Sementes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) em uma análise de dados de 280 amostras de capim-colonião, não foram detectadas diferenças significativas entre o total de germinação aos 21 e aos 28 dias (USBERTI, 1981). Também, no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, em um estudo realizado com *P. maximum* e *B. brizantha*, concluiu-se que o teste de germinação destas espécies pode ser encerrado aos sete e dez dias após a semeadura, respectivamente, sem comprometimento dos resultados (DIAS & ALVES, 2001a). Gaspar-Oliveira et al. (2008) verificaram para a *B. brizantha* cv. Marandu que o teste de germinação pode ser encerrado aos 11 dias caso seja conduzido na temperatura alternada de 20-35°C e com sementes escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Este período de tempo é inferior aos 21 dias recomendado pelas RAS para essa espécie (BRASIL, 1992).

Maeda e Pereira (1997), em um trabalho realizado com sementes de *P. notatum*, verificaram que foi possível reduzir de 28 para 14 dias o período do teste de germinação e a maior rapidez do teste mostrou-se importante, também, para evitar a proliferação de fungos.

Devido à demora na obtenção dos resultados do teste de germinação de sementes de *Panicum spp* e *Brachiaria spp*, as empresas costumam utilizar, também, o teste de tetrazólio para a avaliação da viabilidade das sementes. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados na sua aplicação, pois este teste consegue diferenciar lotes de qualidades distintas, porém não consegue dar valores exatos a estas variações (GERALDI JR., 1990).

Adicionalmente, a aplicação do teste de tetrazólio requer, principalmente, treinamento específico do analista, prática de laboratório de análise de sementes, conhecimento sobre a morfologia de sementes e maior número de horas de trabalho dedicado à sua realização do que necessário ao teste de germinação. Assim, por ser um teste mais subjetivo que o de germinação deve-se destacar que pode haver discrepâncias nos

resultados obtidos, quando a avaliação é realizada em laboratórios distintos, causando problemas nas exportações de sementes (ORTOLANI & USBERTI, 1981; USBERTI, 1981).

Ressalta-se que o teste de tetrazólio não identifica a porcentagem de sementes vivas que dariam origem a plântulas normais (consideradas no cálculo da germinação) e não identifica a porcentagem de sementes dormentes, sendo que somente a vitalidade das sementes de um lote é obtida por este teste; exceto quando realizado ao final do teste de germinação com as sementes remanescentes e, neste caso, é utilizado para identificar se essas sementes não germinaram por estarem dormentes ou mortas (DIAS & ALVES, 2001b; GASPAR-OLIVEIRA et al. 2008; MARTINS & SILVA, 1998). Por isso, é obrigatória a apresentação do resultado do teste de germinação junto ao Boletim de Análise de Sementes, para a comercialização das sementes da empresa para o consumidor, apesar do teste de tetrazólio poder ser utilizado para este fim e ser um parâmetro oficialmente aceito pelos padrões de sementes e legislação em vigor (BRASIL, 2002).

Tecendo considerações sobre os testes de germinação e tetrazólio para capim-colonião, Usberti (1981) relatou que comerciantes de sementes e pecuaristas sugerem que a porcentagem de germinação das sementes em condições de campo, em geral, é superior àquela obtida em laboratório. Para muitas espécies de sementes de forrageiras, a prática tem demonstrado a necessidade de pesquisa para estabelecer as prescrições quanto à temperatura, tipo de substrato, dias de contagens, tratamentos para superação de dormência, para obter-se em laboratório, a máxima germinação.

O teste de germinação tornou-se de uso generalizado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes por permitir a obtenção de resultados reproduzíveis e comparáveis entre laboratórios (MARCOS FILHO et al., 1987). Dentro dos fatores ambientais que afetam o processo germinativo, a temperatura influencia tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas, pelas quais substâncias de reserva armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e ressintetizadas no eixo embrionário. A temperatura afeta o processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total de germinação, velocidade e uniformidade de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura,

nos quais existe temperatura ótima, ou faixa de temperaturas, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, obtendo-se o máximo de germinação no menor período possível. Com relação aos efeitos sobre o total de germinação, as temperaturas maiores estimulam a germinação, até determinado ponto, quando o efeito da temperatura se inverte e a germinação decresce.

A temperatura ótima para a velocidade é sempre um pouco mais alta do que para o total de germinação e também quanto maior a temperatura, maior a velocidade do processo. Por outro lado, baixas temperaturas tendem a reduzir a velocidade do processo, expondo a plântula por maior período a fatores adversos do ambiente, o que pode reduzir o total de germinação (POPINIGIS, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Em relação ao vigor das sementes, a faixa de temperatura ótima para sementes de alto vigor é mais ampla do que para aquelas de baixo vigor. As temperaturas máximas e mínimas vão ficar na dependência do período de tempo que dura o teste. Por outro lado, grande número de espécies apresenta reação germinativa favorável a alternância de temperatura, à semelhança do que acontece ao natural, em que as temperaturas diurnas são mais altas e as noturnas mais baixas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A mudança de temperatura influencia a superação de dormência devido ao aumento na permeabilidade a gases das membranas (DELOUCHE & BASS, 1954).

Assim, para as sementes de *P. maximum* existem duas faixas de temperaturas alternadas consideradas ótimas e recomendadas pelas RAS para a germinação das sementes, que são de 20-30°C e 15-35°C. Esta última, também foi identificada como a mais favorável para esta espécie por Usberti, (1981), Oliveira & Mastrocola (1984).

A utilização de temperaturas alternadas nos testes de germinação destina-se a simular as flutuações de temperatura que ocorrem normalmente na natureza. Para muitas espécies, as temperaturas alternadas favorecem a germinação, atuando também sobre a dormência das sementes, como é caso das gramíneas forrageiras.

Os efeitos da temperatura sobre a germinação também podem ser influenciados pela condição fisiológica da semente. Oliveira & Mastrocola (1984) observaram que sementes de *P. maximum* recém-colhidas e com dormência germinaram melhor à temperatura alternada de 15-35°C em relação à temperatura alternada de 20-35°C comprovando que geralmente essas sementes exigem temperaturas diferentes daquelas exigidas por sementes

não dormentes, para alcançarem a germinação máxima. À medida que as sementes perdem essa dormência, tornam-se menos exigentes quanto à temperatura. Nas sementes deterioradas, a especificidade em relação à temperatura aumenta novamente (POPINIGIS, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Diferindo dessas informações, Gaspar-Oliveira et al. (2008) realizando um trabalho com *Brachiaria brizantha* concluíram que sob a alternância de temperatura de 20-35°C ocorreu maior velocidade de germinação e menor variabilidade entre as repetições, sendo portanto a mais adequada para a condução do teste de germinação desta espécie.

Além da utilização de temperaturas alternadas e de luz no teste de germinação de gramíneas forrageiras, as RAS (BRASIL, 1992) também recomendam a utilização de tratamentos específicos para a superação da dormência. Para as sementes do gênero *Panicum*, é recomendada a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por 05 minutos e/ou o umedecimento do substrato com solução de nitrato de potássio a 0,2%.

Essas informações são reforçadas com os trabalhos sobre o assunto que também sugerem para o *P. maximum* a escarificação ácida (USBERTI et al., 1995), e também recomendam o tratamento com  $KNO_3$  (SMITH, 1979; HARTY et al., 1983; BASRA et al., 1990; ELLIS et al., 1983; MARTINS & SILVA, 1998). O efeito estimulador da germinação do tratamento com  $KNO_3$  é atribuído à sua ação oxidante (ELLIS et al., 1983).

Entretanto, em alguns casos, a escarificação ácida pode não promover acréscimo significativo na germinação de sementes de *P. maximum* ou mesmo prejudicar o processo (GOEDERT, 1985; DIAS & TOLEDO, 1993; PREVIERO et al., 1998; MARTINS & SILVA 1998). Estudos realizados no Laboratório de Análise de Sementes do IAPAR revelaram que os tratamentos recomendados para superação da dormência de sementes de *P. maximum* não são eficientes para todos os lotes e podem prejudicar a germinação das sementes sem dormência. (DIAS & ALVES, 2001a). A escarificação com  $H_2SO_4$  pode, ainda, contribuir para a incidência de fungos no teste de germinação, sem influenciar a qualidade fisiológica das sementes, ou ainda reduzir o período de germinação (DIAS & TOLEDO, 1993; PREVIERO et al., 1997).

A dormência é o fenômeno pelo qual sementes viáveis de uma determinada espécie não germinam mesmo em condições favoráveis. É uma característica marcante no caso das sementes de gramíneas forrageiras e de plantas não domesticadas, que

garante a sobrevivência da espécie. Porém, quando se trata da formação de uma cultura ou pastagem, é uma característica não desejada, pois dificulta o estabelecimento uniforme das populações, podendo favorecer o surgimento de plantas invasoras e limitar a época de semeadura, fazendo com que, muitas vezes, as sementes precisem ser armazenadas para que ocorra a superação natural da dormência (PIRES, 1993; MARTINS, 1999; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). O fato das sementes do gênero *Panicum* ser provenientes de melhoramento genético pouco intenso faz com que apresentem dormência (PIRES, 1993).

A maioria das gramíneas forrageiras tropicais apresenta dormência de sementes, o que reduz as porcentagens obtidas nos teste de germinação. Esse fenômeno fisiológico dificulta o estabelecimento uniforme das populações e, paralelamente, favorece o surgimento de plantas invasoras na pastagem (MARTINS & SILVA, 1998).

O umedecimento do substrato e germinação com  $\text{KNO}_3$  pode, proporcionar, dependendo do lote, aumentos na porcentagem e na velocidade de germinação ou prejudicar a germinação das sementes sem dormência (MARTINS & SILVA, 1998; DIAS & ALVES, 2001 b).

Nas gramíneas a dormência pode ser atribuída à presença de substâncias fixadoras de oxigênio localizadas no complexo película-pericarpo. Por isso, o  $\text{KNO}_3$  tem efeito na superação de dormência dessas sementes devido à ação dos radicais nitrato e nitrito, além de outras substâncias, o  $\text{KNO}_3$  estimularia a via pentose fosfato, dando início às reações metabólicas que culminam no fornecimento de energia e matéria prima para o crescimento do eixo embrionário, levando à eliminação do estado de dormência desse tipo na semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

De outro modo, a escarificação química com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  promoveria a superação da dormência do capim colômbio por remover estruturas cuticulares da lema e pálea, que apresentam as substâncias fixadoras de oxigênio e facilita a entrada de água, antecipando a protrusão radicular e o início do processo de germinação (CASTRO et al., 1994; MARTINS & SILVA, 1998).

Assim, a literatura consultada permite observar a necessidade de aprimorar os procedimentos de período de avaliação do teste de germinação e tratamentos de superação de dormência recomendado pelas RAS para se obter maior germinação de *P.maximum* em menor tempo, minimizando as atividades laboratoriais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local de condução do trabalho**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal - Setor Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu - SP.

Foram utilizados 30 lotes comerciais de sementes fiscalizadas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia de diversas procedências.

A floração do capim-tanzânia se concentra num curto período de tempo (30 dias), a produção de sementes é da ordem de 140 kg/ha e o período de dormência pode variar de 4 a 12 meses (SMITH, 1979; OLIVEIRA & MASTROCOLA, 1984; RODRIGUES, 2007).

Os lotes foram adquiridos quatro meses após a colheita e em seguida todos foram homogeneizados, submetidos à limpeza em peneiras e passagem em assoprador pneumático complementada por separação manual para a obtenção de sementes puras que foram submetidas às seguintes determinações:

## **3.2. Avaliações laboratoriais**

### **3.2.1. Atributos físicos, químicos e fisiológicos**

#### **3.2.1.1. Teor de água**

Foi avaliado pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24h (BRASIL, 1992) utilizando-se duas subamostras de 2,0 g de sementes por lote. A determinação do teor de água também foi realizada após o tratamento de escarificação com ácido sulfúrico.

#### **3.2.1.2. Teste de germinação**

Foi conduzido com quatro subamostras de 100 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel do tipo filtro umedecidas com água destilada, na quantidade 2,0 vezes a massa do papel (BRASIL, 1992), dentro de caixas plásticas transparentes tipo gerbox (11x11x3,5cm) colocadas individualmente em sacos plásticos de 0,05mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato (GASPAR et al., 2007). Foram consideradas plântulas normais aquelas cuja plúmula já havia ultrapassado o coleótilo e a raiz primária estava com comprimento mínimo de 0,5 cm, sendo as contagens realizadas diariamente até o 28º, com acréscimo de sete dias, totalizando 35 dias que é o período máximo prescrito pela RAS (BRASIL, 1992).

Durante o teste de germinação, as sementes foram mantidas em duas condições de temperaturas alternadas de  $15-35^\circ\text{C}$  por 16-8h e de  $20-30^\circ\text{C}$  por 16-8h, com luz ( $78\mu\text{mol. s}^{-1} \text{m}^{-2}/8\text{h}$ ) e submetidas ou não (testemunha) aos seguintes métodos para a superação de dormência: umedecimento do substrato com  $\text{KNO}_3$  (0,2%), escarificação ácida mediante a imersão das sementes em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (98% 36N) P.A. por cinco minutos seguidos de lavagem em água corrente e secagem à sombra (BRASIL, 1992). Assim, o trabalho avaliou seis tratamentos:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  x  $15-35^\circ\text{C}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  x  $20-30^\circ\text{C}$ ;  $\text{KNO}_3$  x  $15-35^\circ\text{C}$ ;  $\text{KNO}_3$  x  $20-30^\circ\text{C}$ ; Testemunha x  $15-35^\circ\text{C}$  e Testemunha x  $20-30^\circ\text{C}$ .

Para todas as subamostras dos lotes durante o teste de germinação foram realizadas contagens diárias do número de plântulas normais do primeiro ao 35º dia após a semeadura. A partir da análise desses dados foi possível determinar quando deve ser encerrado o teste de germinação.

### 3.2.1.3. Teste de Tetrazólio

Foi realizado com as sementes remanescentes do teste de germinação que foram seccionadas longitudinalmente e medianamente através do embrião. As duas metades da semente foram imersas em uma solução de tetrazólio a 0,1% e mantidas em câmara escura, à 37°C, por um período de 3 horas. Após esse período as sementes foram lavadas e a leitura feita imediatamente, classificando-se as sementes em viáveis e não viáveis (mortas) (DIAS & ALVES, 2001a).

### 3.3. Metodologia Estatística

Foram utilizados 30 lotes (repetições) para cada tratamento de superação de dormência (KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e sem tratamento) e cada condição de temperatura (20-30 e 15-35°C). Para cada lote (repetição), foi ajustada uma curva de crescimento utilizando o modelo não linear para a avaliação da porcentagem de germinação. Por meio do modelo não linear determinou-se o tempo necessário à condução do teste de germinação, calculando-se o valor a partir do qual a diferença entre a assíntota e a função estimada não foi estatisticamente significativa (CARVALHO, 1996).

Foram ajustadas curvas para cada tratamento e cada temperatura utilizando o modelo:  $y = a / (1 + \exp(-b + c * x))$ , onde “a” é a assíntota, representando a porcentagem de germinação, “b” é o parâmetro de posição representando o deslocamento da curva, “c” está relacionado com a taxa de crescimento, que representa a velocidade de germinação, e “x” representa o tempo necessário para a condução do teste. A análise de variância foi realizada utilizando o esquema fatorial em blocos para cada parâmetro da função (a, b, c) e esses parâmetros foram substituídos na equação para o cálculo de “x” (CARVALHO, 1996). O ponto de estabilização da variável foi determinado pela regressão segmentada (PORTZ et al., 2000).

#### 3.3.1. Regressão logística segmentada

Segundo Robbins (1986), o modelo de regressão segmentada consiste em duas partes: uma reta inclinada ascendente ou descendente seguida de uma linha horizontal, onde seus pontos de interseção vão determinar o ponto de estabilização. Este modelo de uma

inclinação é mais adequado para estimar parâmetros de crescimento. Para outros tipos de variáveis biológicas, a equação do modelo de regressão segmentada descreve duas linhas de interseção, ambas com inclinação diferente de zero.

O modelo de regressão utilizado é do tipo:

$$Y_i = L + U(R - X_{LRi}) + e_i, \quad i=1,2,\dots,n_i, n_{i+1}, \dots, n$$

Cujo  $(R - X_{LRi}) = 0$  para  $i \geq n_i + 1$ , e  $n_i$  é o número de observações até o ponto de estabilização, e  $n$  é o número de pares de observações. Onde  $Y_i$  representa a porcentagem de germinação,  $L$  representa o ponto máximo de germinação,  $U$  representa o coeficiente de determinação,  $R$  representa a data de estabilização,  $X_{LRi}$  representa o tempo (dias) e “ $e_i$ ” é o componente aleatório ou resíduo.

Os métodos de superação de dormência e as temperaturas foram comparados por meio da análise de variância em esquema fatorial (3x2), realizada para cada parâmetro estimado pelo modelo da regressão logística para identificar quais tratamentos permitiram maior germinação no menor tempo. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Esquema da análise de variância para a estimativa de cada parâmetro para o trabalho.

<b>Causas de variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>
Métodos de superação de dormência (MSD)	2
Temperatura (T)	1
T x MSD	2
Resíduo	174
Total	179

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Teor de água**

Os teores de água médios dos lotes foram de 10,2% e 14,9% antes e após a escarificação com  $H_2SO_4$ , respectivamente (Tabela 2). Esses valores demonstraram que as sementes escarificadas apresentaram maior teor de água, de modo similar ao verificado por Gaspar-Oliveira et al. (2008) para sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Marousky e West (1998), relataram que a escarificação com  $H_2SO_4$  ao remover as estruturas cuticulares da pálea e da lema, pode também facilitar a entrada de água e antecipar a germinação.

**Tabela 2.** Dados médios do teor de água antes e após escarificação ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) em sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

LOTE	Teor de água (%)	
	Inicial	Após H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	12,1	14,4
2	11,1	12,9
3	09,9	13,0
4	07,7	12,7
5	09,0	15,4
6	08,4	14,4
7	11,1	23,0
8	10,5	23,0
9	09,8	16,9
10	10,8	20,5
11	08,8	10,5
12	11,0	09,0
13	10,5	19,5
14	10,2	18,9
15	11,0	10,8
16	10,0	10,2
17	09,3	10,6
18	09,0	12,5
19	08,7	12,3
20	13,0	20,1
21	10,6	12,3
22	10,2	14,4
23	11,0	15,6
24	10,5	13,8
25	10,9	14,1
26	10,1	15,2
27	9,8	14,9
28	9,9	15,6
29	10,1	15,9
30	10,5	16,9
Média	10,2	14,9

## 4.2. Teste de germinação

Os resultados das médias de germinação diária foram estimados por meio da regressão logística  $y=a/(1+\exp(-b+c*x))$  e por este modelo foram determinadas as estimativas da porcentagem de germinação ( $\alpha$ ), da data de estabilização da germinação ( $\beta$ ) e a velocidade de germinação ( $\gamma$ ), que encontram-se apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Estimativas da porcentagem de germinação ( $\alpha$ ), da data de estabilização da germinação ( $\beta$ ) em dias após a sementeira e velocidade de germinação ( $\gamma$ ) com respectivos desvios-padrão referentes aos ajustes médios, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas.

Métodos/Temperatura	Germinação		
	Porcentagem	Estabilização (dias)	Velocidade
	A	$\beta$	$\gamma$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 15-35°C	61,11±18,87	4,44±1,55	1,81±0,58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 20-30°C	47,38±12,75	4,78±5,54	1,33±0,64
KNO <sub>3</sub> / 15-35°C	88,92±10,20	6,74±3,05	2,57±1,34
KNO <sub>3</sub> / 20-30°C	82,52±09,27	5,87±3,83	1,74±0,89
Testemunha / 15-35°C	80,79±13,57	6,63±3,25	2,34±1,11
Testemunha / 20-30°C	82,16±11,63	6,24±2,72	2,29±1,33

Para a construção de curvas de porcentagem de germinação, para os métodos de superação de dormência e para as temperaturas, verificou-se que os valores observados estão próximos à curva dos valores estimados, indicando que os dados se ajustaram ao modelo de regressão logística  $y=a/(1+\exp(-b+c*x))$  (Figura 1).

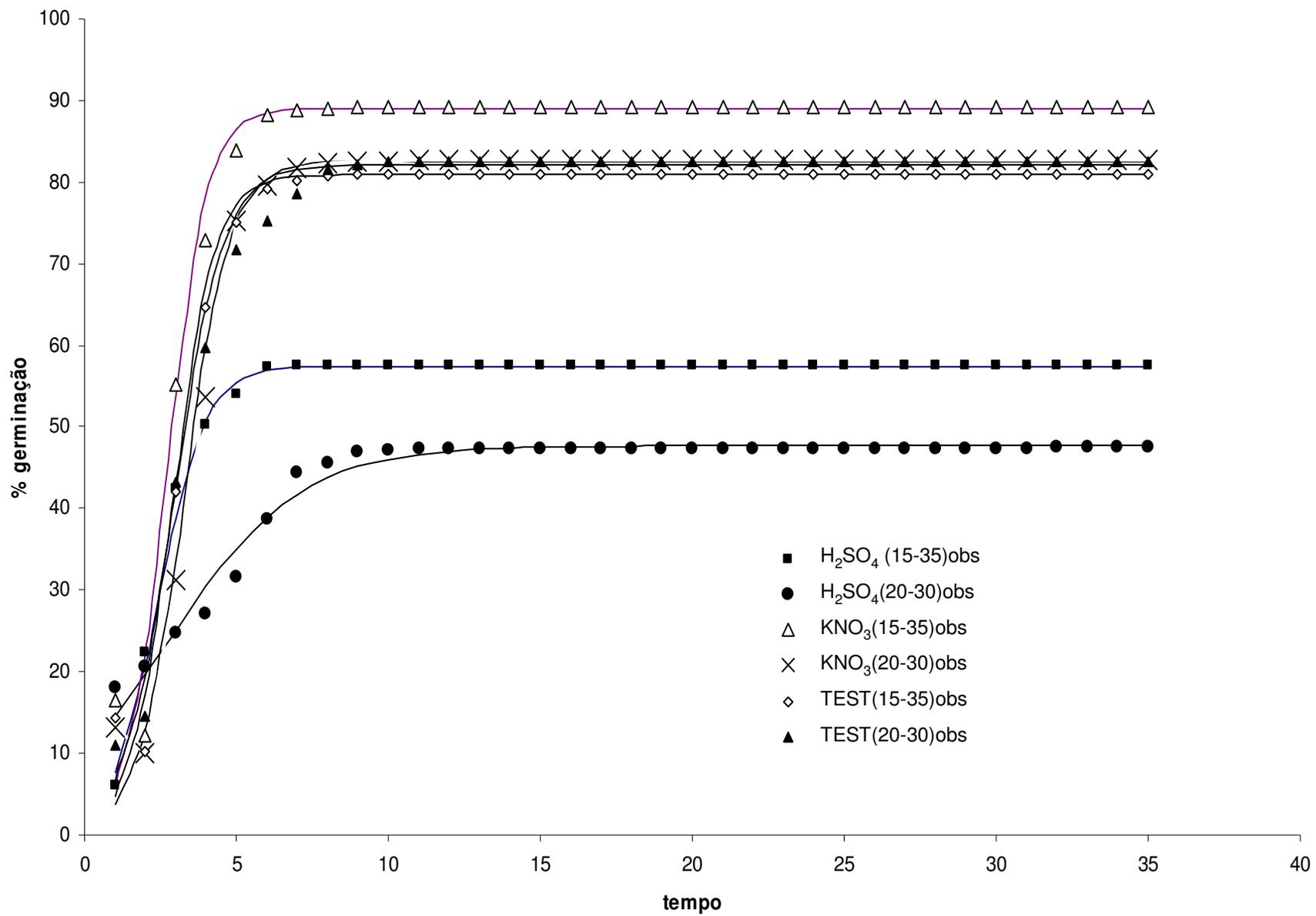


Figura 1. Valores médios observados (obs) e estimados por meio de curvas determinadas pelo modelo logístico  $y=\alpha(1-\exp(-(\beta+\gamma*x)))$ , para a porcentagem de germinação, para métodos de superação de dormência (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>e Testemunha (15-35°C e 20-30°C), em função o tempo (dias) para *P.maximum*.

### 4.3. Análise da porcentagem de germinação (parâmetro $\alpha$ )

Utilizando o teste de Tukey para a análise de variância a 5% de probabilidade, não foi verificada a interação entre os métodos e temperaturas, como pode ser observado para valores de F na Tabela 4.

**Tabela 4.** Quadro de Análise de Variância referente à estimativa da porcentagem de germinação (parâmetro  $\alpha$ ).

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Tratamento	02	8168,3	57,02	<0,0001
Temperatura	01	820,72	5,73	0,0196
Blocos	13	4049,1	-	-
Tratamento x Temperatura	02	0797,9	2,78	0,069
Resíduo	65	0143,3	-	-
Total	83	-	-	-

Na comparação de médias de cada tratamento para cada temperatura, houve diferença significativa para o tratamento  $H_2SO_4$ , o qual apresentou menor porcentagem de germinação, independente da temperatura, em relação aos outros tratamentos (Tabela 5).

Assim, na Figura 1, é possível verificar que as curvas das temperaturas, para o mesmo método de superação de dormência, estão unidas na mesma faixa de porcentagem de germinação, a partir de um determinado ponto até o final do teste (35° dia), indicando que houve diferença para este parâmetro, apresentando menor porcentagem de germinação para o tratamento  $H_2SO_4$  com a alternância de temperatura 20-30°C.

Entre os métodos, observaram-se maiores valores médios da porcentagem de germinação (parâmetro  $\alpha$ ), para o método  $KNO_3$  e para testemunha do que para o  $H_2SO_4$  (Tabela 5). Na Figura 1 é possível visualizar, ainda no 35° dia, que as curvas da germinação, para os métodos  $KNO_3$  e testemunha, estão acima das curvas do método  $H_2SO_4$ .

**Tabela 5.** Média e desvio-padrão referentes à estimativa da porcentagem de germinação (parâmetro  $\alpha$ ) segundo tratamento e temperatura.

Tratamento	Temperatura (°C)	
	15-35	20-30
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	61,11 ± 18,87 a B	47,38 ± 12,75 b B
KNO <sub>3</sub>	88,92 ± 10,20 a A	82,52 ± 09,27 a A
Testemunha	80,79 ± 13,57 a A	82,16 ± 11,63 a A

Significativo a 5% ( $p < 0,05$ );

Letras minúsculas comparam médias de temperatura para cada tratamento (linha) e letras maiúsculas comparam médias tratamento para cada temperatura (coluna).

A menor porcentagem de germinação das sementes submetidas ao tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ocorreu por causa da elevada taxa de sementes mortas após este tratamento, o qual atua destruindo as glumas e glumelas das sementes favorecendo a absorção de água e conseqüentemente a germinação das sementes que apresentarem dormência. Como as sementes foram adquiridas num período de quatro meses após colheita, a dormência das mesmas já pode ter sido naturalmente superada, revelando que o capim-tanzânia tem dormência menos pronunciada, e que o tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi prejudicial às sementes não dormentes. Segundo Smith, (1979) e Oliveira & Mastrocola (1984), o período de dormência do capim-tanzânia tem um período de 4 a 12 meses. Dias & Alves (2001a) verificaram que a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pode prejudicar a germinação de sementes sem dormência.

Smith (1979) imergiu nove genótipos de *P.maximum* no referido ácido e verificou que os mesmos responderam diferentemente ao produto, dificultando assim uma recomendação geral para sua utilização.

Toledo et al. (1995) verificaram que a utilização de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> no pré-tratamento não contribuiu para melhorar a porcentagem de germinação das sementes de *P. maximum* testadas, desde o início até o final do período de armazenagem.

Contudo, Usberti (1981), trabalhando com vários lotes de *P.maximum*, cv. Colônião, relatou que houve aumento da porcentagem e velocidade de germinação das sementes que receberam pré-tratamento com ácido sulfúrico. Também foi verificada ação benéfica à germinação e superação de dormência de sementes recém-colhidas deste tratamento em trabalhos realizados com espécies do gênero *Brachiaria* (DAVIDSON, 1966; GROF, 1968; RENARD & CAPPELE, 1986).

#### 4.4. Análise da data de estabilização da germinação ( $\beta$ )

Os resultados da análise da data de estabilização da germinação ( $\beta$ ), que representa o parâmetro de posição, demonstraram que não houve diferença significativa, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, como pode ser verificado na Tabela 6 e os valores da análise de variância na Tabela 7.

**Tabela 6.** Média e desvio-padrão referentes à estimativa da data de estabilização da germinação (parâmetro  $\beta$ ) segundo tratamento e temperatura.

Tratamento	Temperatura (°C)	
	15-35	20-30
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-4,44±1,55 a	-4,78±5,54 a
KNO <sub>3</sub>	-6,74±3,05 a	-5,87±3,83 a
Testemunha	-6,63±3,25 a	-6,24±2,72 a

Médias não seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Quadro de Análise de Variância referente à data de estabilização da germinação (parâmetro  $\beta$ ).

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Tratamento	02	28,9	2,41	0,09
Temperatura	01	01,9	0,16	0,69
Blocos	13	14,8	2,60	-
Tratamento x Temperatura	02	2,62	0,22	0,80
Resíduo	65	12,0	-	-
Total	83	-	-	-

#### 4.5. Análise da velocidade de germinação (parâmetro $\gamma$ )

Os resultados da análise da velocidade de germinação (parâmetro  $\gamma$ ) demonstraram que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, apenas para as temperaturas no tratamento  $\text{KNO}_3$ , apresentando menor porcentagem de germinação a alternância de temperatura 20-30°C. Para os demais tratamentos não houve diferença significativa. Os valores de F estão apresentados na Tabela 8, com significância para tratamento e temperatura.

**Tabela 8.** Quadro de Análise de Variância referente à estimativa da velocidade de germinação (parâmetro  $\gamma$ ).

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Tratamento	2	4,33	4,63	0,012
Temperatura	1	4,22	4,56	0,036
Blocos	13	1,67	-	-
Tratamento x Temperatura	2	1,08	1,16	0,32
Resíduo	65	-	-	-
Total	83	-	-	-

A velocidade de germinação foi semelhante para a testemunha em relação ao método de superação de dormência  $H_2SO_4$ , independente da temperatura, e também para o tratamento  $KNO_3$  utilizando a alternância de temperatura 15-35°C.

Usberti et al. (1995) e Gaspar-Oliveira et al. (2008), observaram aumento da velocidade de germinação de sementes de *B.brizantha* escarificadas com  $H_2SO_4$  em comparação com a testemunha sem tratamento. Usberti et al. (1995), também verificaram o mesmo comportamento para sementes de *P.maximum*.

Na Tabela 9, quanto aos tratamentos, somente as sementes colocadas para germinar em substrato umedecido com solução de  $KNO_3$  apresentaram maior valor médio de velocidade de germinação ( $\gamma$ ) para a temperatura alternada de 15-35°C do que à 20-30°C.

**Tabela 9.** Média e desvio-padrão referentes à estimativa da velocidade de germinação (parâmetro  $\gamma$ ) segundo tratamento e temperatura.

Tratamento	Temperatura (°C)	
	15-35	20-30
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,81±0,58 a A	1,33±0,64 a A
KNO <sub>3</sub>	2,57±1,34 a A	1,74±0,89 b A
Sem Tratamento	2,34±1,11 a A	2,29±1,33 a A

Significativo a 5% (p <0,05).

Oliveira & Mastrocola (1984), em um trabalho realizado com sementes de *B. humidicola*, observaram que estas sementes germinaram melhor e mais rápido à temperatura alternada 15-35°C do que a 20-35°C, de forma semelhante do observado neste trabalho para o tratamento KNO<sub>3</sub>.

A possibilidade de diminuição do tempo para conclusão do teste de germinação de *P. maximum*, também foi observada por Ortolani & Usberti (1981), que verificaram que o teste poderia ser reduzido de 28 dias após a instalação do teste, para 21 dias. Com a mesma espécie Usberti (1981), Dias & Alves (2001 b), relataram que o teste de germinação pode ser encerrado aos 14 e aos sete dias, respectivamente.

Resultados similares em outras espécies de gramíneas foram observados. Maeda & Pereira (1997) observaram que o tempo do teste de germinação pode ser reduzido de 28 para 14 dias, utilizando sementes de *Paspalum notatum*. A redução no período de condução do teste de germinação também foi verificada com sementes de *B. brizantha* (GASPAR-OLIVEIRA et al., 2008; DIAS & ALVES, 2001b).

A melhor condição para o teste de germinação de *P. maximum* foi obtida na temperatura de 15-35°C em semeadura sobre substrato umedecido com KNO<sub>3</sub> pois, nessas condições obteve-se a máxima porcentagem de germinação final, de 89% e maior

velocidade de germinação, que possibilitou o encerramento do teste aos 5 dias após a data de instalação (Figuras 1 e 2), ou seja, antecipando em 23 dias a obtenção dos resultados em comparação a recomendação as RAS (BRASIL 1992) e em data mais próxima aos 7 dias após a semeadura relatados por Dias & Alves (2001a).

Os tratamentos testemunha em ambas as temperaturas testadas e  $\text{KNO}_3$  na alternância de temperatura de 20-30°C foram piores que o mencionado anteriormente, pois apresentava porcentagem média de germinação final entre 81 e 83% (Figuras 1, 3, 4 e 5) e, nesses tratamentos, o teste de germinação pode ser encerrado entre 5 e 6 dias após a instalação. Os tratamentos de escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foram os mais prejudiciais às sementes, pois nas temperaturas de 15-35° C e 20-30°C resultaram em porcentagens máximas de germinação de 57 e 47%, respectivamente e o encerramento do teste situou-se entre 4 e 8 dias (Figuras 1, 6 e 7). A escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sobre essas informações confirmam relatos anteriores sobre o efeito prejudicial à germinação das sementes de *P.maximum* (MARTINS & SILVA 1998). Assim, datas recomendadas pelas RAS (BRASIL, 1992) são posteriores a essas obtidas no presente trabalho.

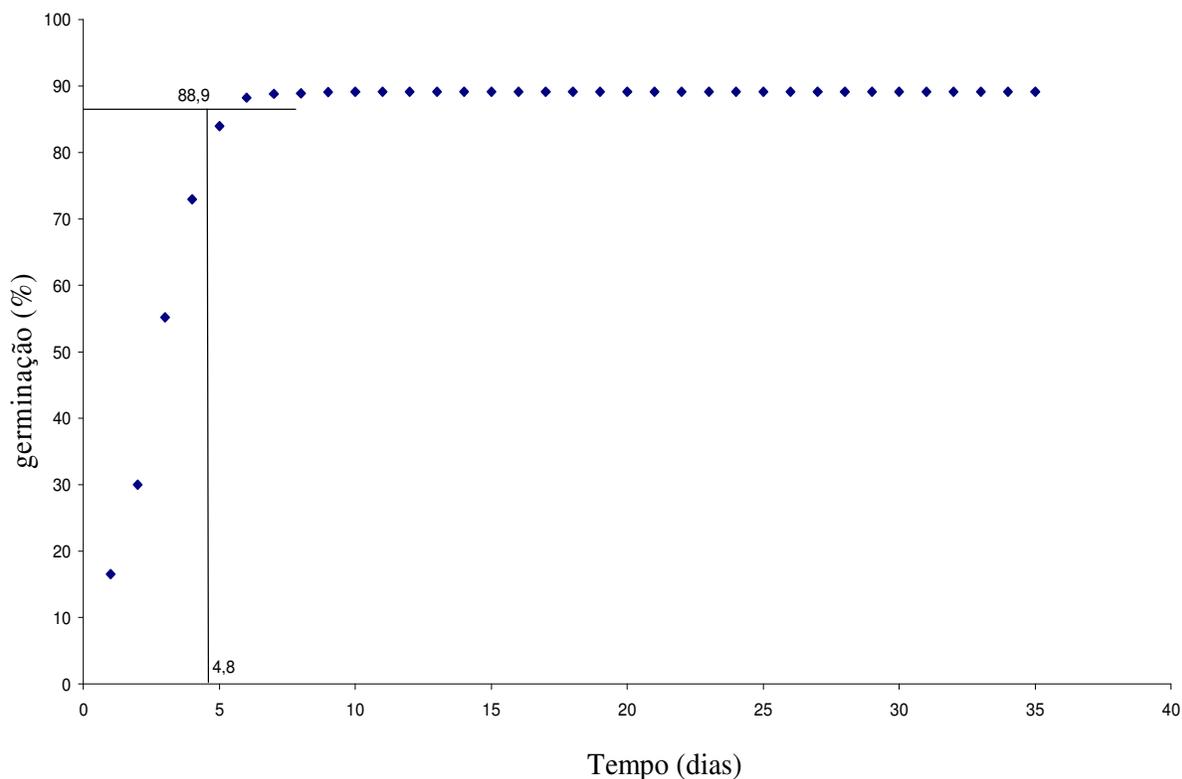


Figura 2. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento para  $\text{KNO}_3$  na temperatura 15-35°C,  $Y_i=88,9-21,2(4,8-X_{LRI})$ .

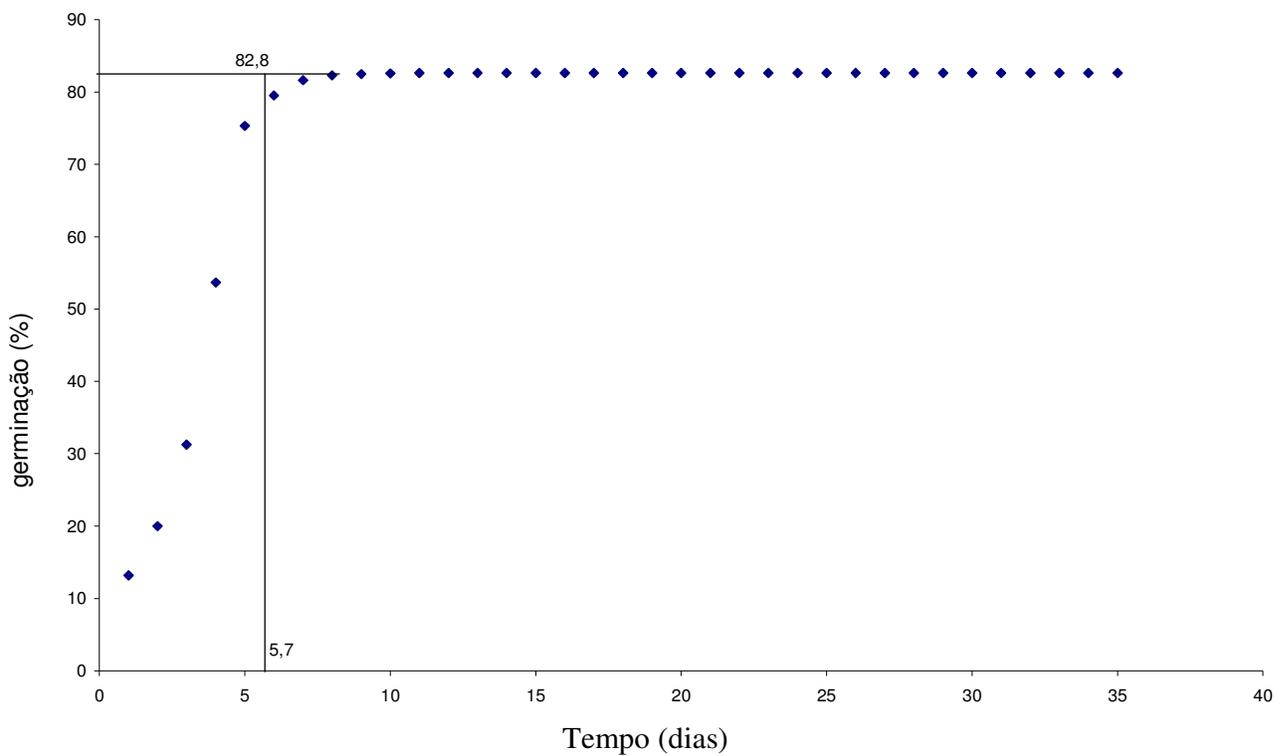


Figura 3. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento para  $\text{KNO}_3$  na temperatura 20-30°C,  $Y_i=82,5-16,8(5,7-X_{LRI})$ .

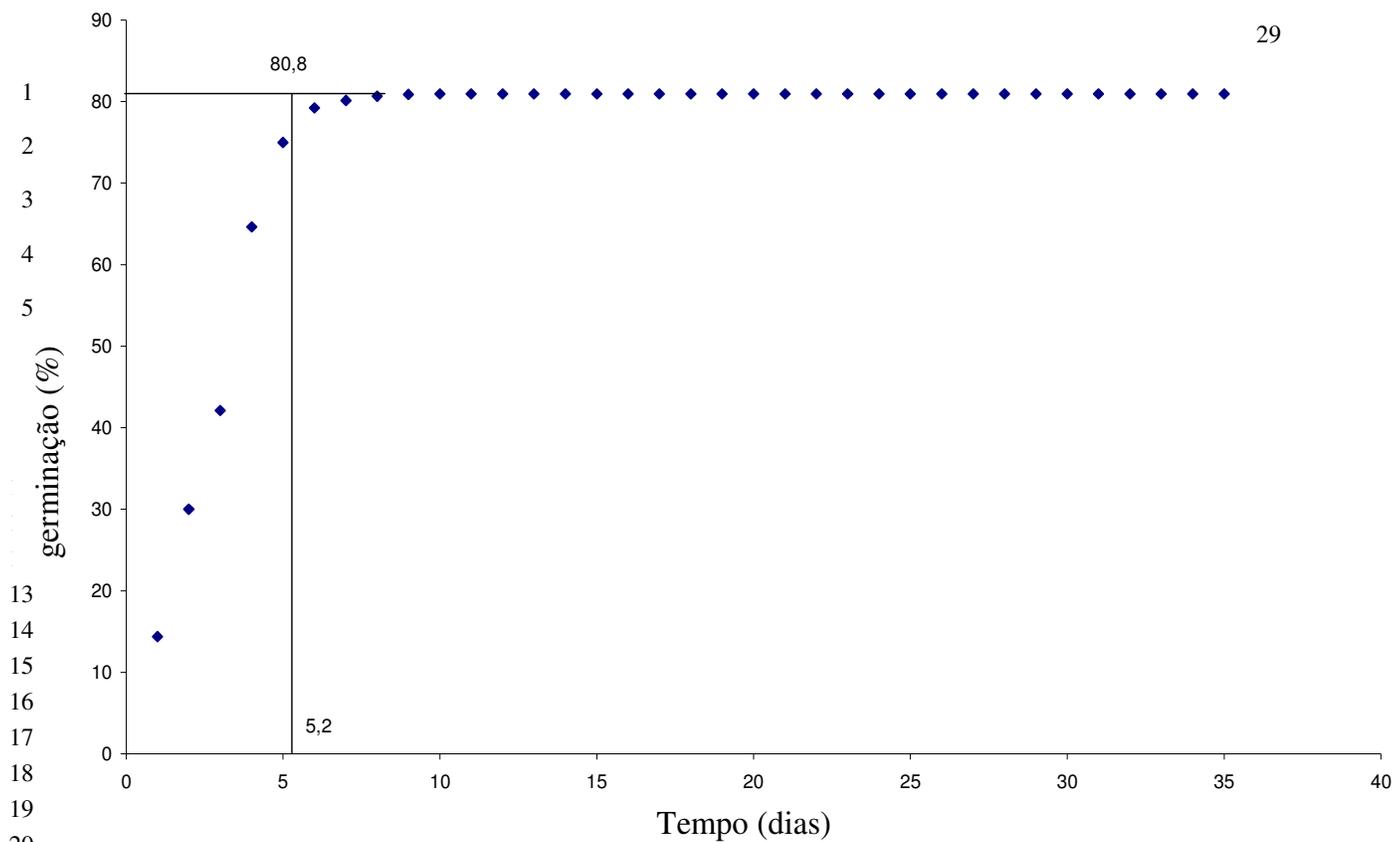


Figura 4. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) para testemunha (sem tratamento) na temperatura 15-35°C,  $Y_i=80,8-17,6(5,2-X_{LR1})$ .

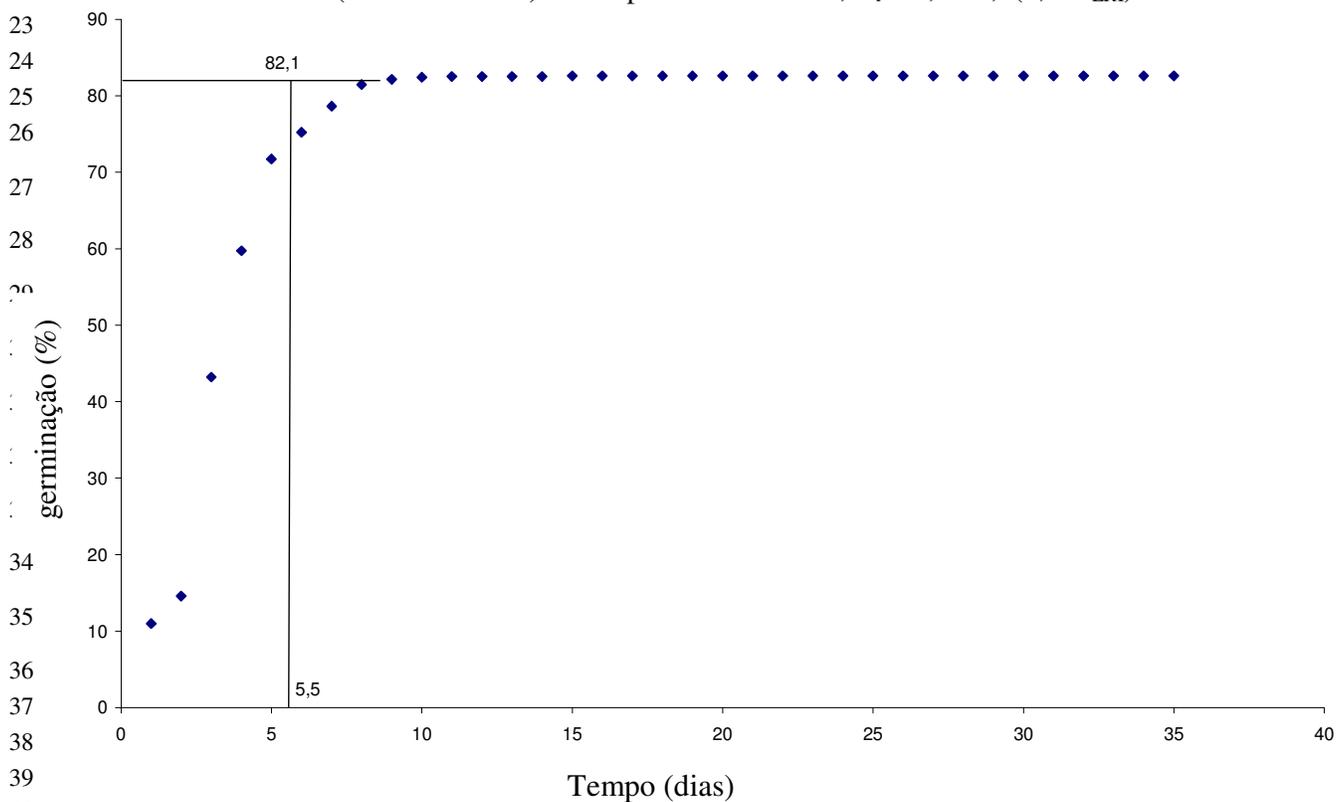


Figura 5. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) para testemunha (sem tratamento) na temperatura 20-30°C,  $Y_i=82,1-16,7(5,5-X_{LR1})$ .

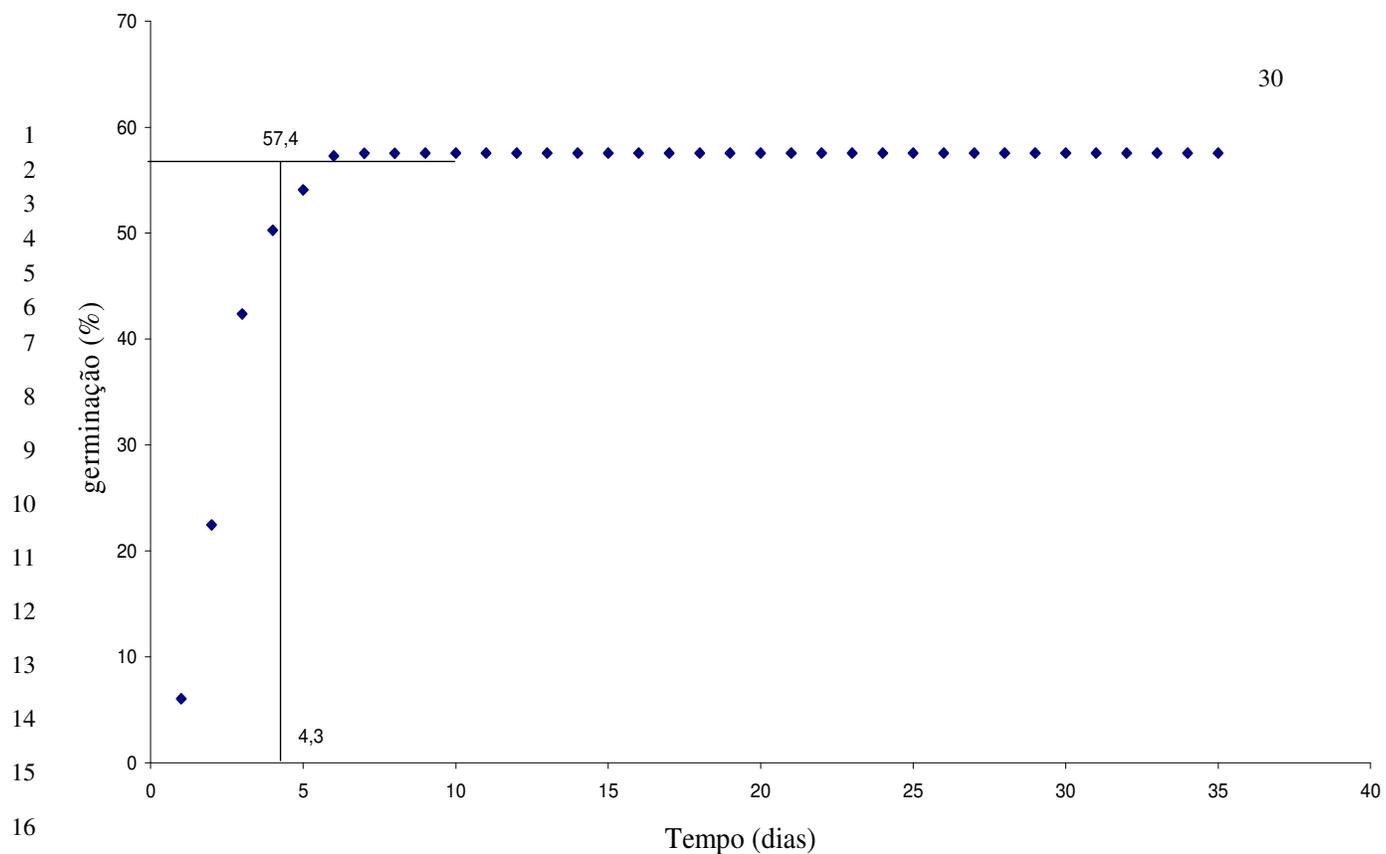


Figura 6. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na temperatura 15-35°C,  $Y_i=57,4-15,2(4,3-X_{LRI})$ .

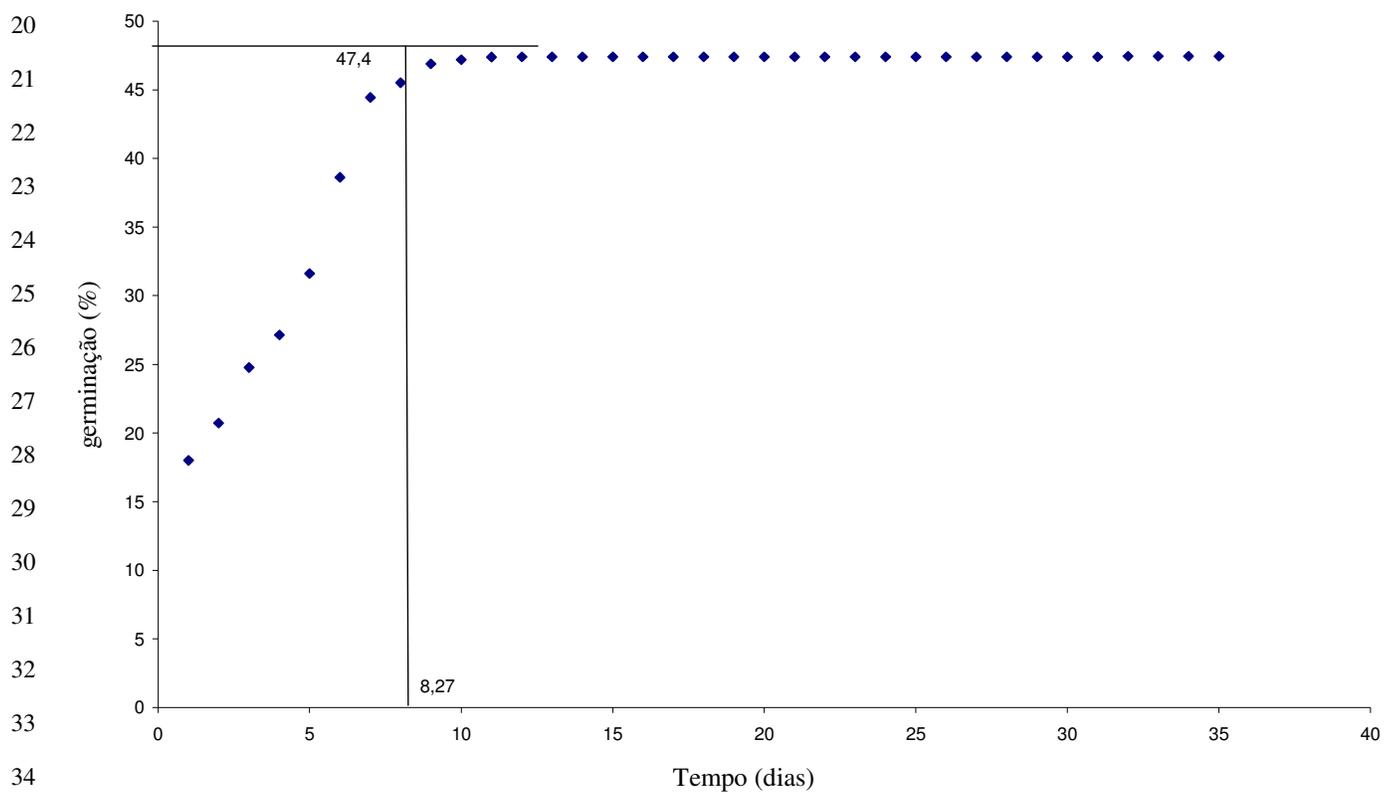


Figura 7. Ponto de estabilização da germinação acumulada ao longo do tempo (dias) no tratamento H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na temperatura 20-30°C,  $Y_i=47,4-4,2(8,3-X_{LRI})$ .

#### **4.6 sementes vivas após o término do teste de germinação**

A porcentagem de sementes vivas após o término do teste de germinação aos 35 dias, identificadas pelo teste de tetrazólio, para todos os lotes apresentaram valores estatisticamente iguais a zero, dando credibilidade às datas de contagem finais estabelecidas no presente trabalho.

Contudo, deve-se destacar que a redução do tempo recomendado pelas R.A.S. (BRASIL, 1992) para a conclusão do teste de germinação é viável para os métodos de superação de dormência e temperaturas, estudados na pesquisa.

## 5. CONCLUSÕES

O teste de germinação do capim-tanzânia conduzido na alternância de temperatura de 15-35°C por 16-8h com luz ( $78\mu\text{mol. s}^{-1} \text{m}^{-2}/8\text{h}$ ) em substrato umedecido com  $\text{KNO}_3$  é o mais indicado por permitir máxima porcentagem de germinação (89%) em menor tempo (quatro dias), enquanto que na alternância de temperatura de 20-30°C as taxas de germinação atingiram 81 a 83% no período de cinco a seis dias e o tratamento com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , independente da alternância de temperatura utilizada (15-35°C e 20-30°C) prejudicou a taxa de germinação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R.P.de. Pasture seed production in Brazil. In: XIX International Grassland Congress, 2001, São Pedro. Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Grassland Congress. Piracicaba: **Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz**, 2001. p.129-132.

BASRA, A.S.; DHILLON-GREWAL, R.; KAPUR, A.; MALIK, C.P. Overcoming germination barriers in guinea grass seeds. **Indian Journal Plant Physiology**, New Delhi. v.33, p.371-373, 1990.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 041, de 12 de junho de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de junho , 2002, Seção 1, n. 112, p.5.

CARVALHO, L.R. **Métodos para comparação de curvas de crescimento**. 1996, 172f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

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

CASTRO, CRT de; CARVALHO, W.L. de; REIS, F.P.; BRAGA FILHO, J.M. Influência do tratamento com ácido sulfúrico na germinação de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.236, p.451-458, 1994.

DAVIDSON, D.E. Five pastures plants for Queensland. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.92, p.460-466. 1966.

DELOUCHE, J.C.; BASS, L.N. Effect of light and darkness upon the germination of seeds of western wheat grass. **Proceedings of the Association of Official Seed Analyst**, Geneva, v.44, p.104-112, 1954.

DIAS, D.C.F.S.; TOLEDO, F.F.de. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.1, p.68-76, 1993.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. **Teste de tetrazólio em sementes de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha***. IAPAR, Londrina, 2001a. 11p. (Apostila)

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais.... Informativo Abrates**, Londrina, v.11, n.2, p. 317, 2001b.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Procedures for the safe removal of dormancy from rice seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.11, p.77-112, 1983.

GARCIA, J.; CÍCERO, S.M. Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.49, n.1, p.9-13, 1992.

GASPAR, C.M.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; TOMAZ, C.A. Manutenção da umidade do substrato durante o teste de germinação de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p. 52-60, 2007.

GASPAR-OLIVEIRA, C.M.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Duração do teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n.3, p.30-38, 2008.

GERALDI Jr, G. Utilização do teste de tetrazólio para determinação da qualidade de sementes de gramíneas forrageiras. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE PLANTAS FORRAGEIRAS, 4, 1990, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto, p.1-15H, 1990.

GOEDERT, C.O. Efeitos de reagentes químicos na superação da dormência de sementes de gramíneas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, 1985, Brasília. **Anais...** Brasília, 1985. p.66.

GROF, B. Viability of seed of *Brachiaria decumbens*. **Queensland Journal of Agricultural & Animal Science**, Brisbane, v.25, p.149-152, 1968.

HARTY, R.L.; HOPKINSON, J.M.; ENGLISH, B.H.; ALDER J. Germination, dormancy and longevity in stored seed of *P.maximum*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.11, p.341-351, 1983.

JANK, L. A História do *Panicum maximum* no Brasil. **Revista JC Maschietto**, ano 01, n.01, ago/2003.

LAGO, A.A. do.; MARTINS, L. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p.199-204, 1998.

MAEDA, J.A.; PEREIRA, M.F.D.A. Caracterização, beneficiamento e germinação de sementes de *Paspalum notatum* Flüggé. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.100-105, 1997.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987, 230p.

MAROUSKY, F.J.; WEST, S.H. Germination on Bahiagrass in response to temperature and scarification. **Journal of the American Society of Horticultural Sciences**, New York, v.113, n.6, p. 845-849, 1988.

MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. Superação da dormência de sementes de Capim Colonião. **Planta Daninha**, Londrina, v. 16, n.2, p.77-84, 1998.

MARTINS, L. **Estudo do comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. Piracicaba, 1999. 43f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MASCHIETTO, J.C.; BATISTA, R. W. M.; Semente de pastagem com alto valor cultural. **Revista JC Maschietto**, ano 03, n.03, 2005.

MASCHIETTO, R.W. (JC Maschietto, sementes para pastagens), comunicação pessoal, 2007.

OLIVEIRA, P.R.P.; MASTROCOLA, M.A. Longevidade das sementes de gramíneas forrageiras tropicais. **Boletim Indústria Animal**, São Paulo, v.41, p.203-211, 1984.

ORTOLANI, D.B.; USBERTI, R. Problemas de análise em sementes de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.79-92, 1981.

PIRES, J.C. **Superação da dormência através do envelhecimento precoce em sementes de *Brachiaria brizantha***. Botucatu, 1993. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1993.

PIRES, J.C. **Efeito do envelhecimento precoce sobre a dormência de sementes de *Brachiaria brizantha***. Botucatu, 1997. 71f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1997.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: s.ed., 1985, 289p.

PORTZ, L. DIAS, C.T.S.; CYRINO, J.E.P. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n.4, p.1-14, 2000.

PREVIERO, C.A.; GROTH, D.; RAZERA, L.F. Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.392-397, 1998.

PREVIERO, C.A.; SOAVE, J.; GROTH, D. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.25-29, 1997.

RENARD, C.; CAPELLE, P. Seed germination Ruzizi grass (*Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard). **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v.24, p.437-446, 1986.

ROBBINS, K.L. **A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data**. Tennessee: University of Tennessee Agricultural Experiment Station, 1986. 8p.

RODRIGUES, E.R. **Características estruturais do capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. tanzânia-1) em resposta a intensidade de desfolha e intervalo de descanso**. Maringá, 2007. 32f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

SMITH, R.L. Seed dormancy in *Panicum maximum* Jacq. **Tropical Agriculture**, Trinidad and Tobago, v.56, p.233-239, 1979.

TOLEDO, F.F.; CHAMMA, H.M.C.P.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq. pré-tratadas com ácido sulfúrico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.20-24, 1995.

USBERTI, R. Nova metodologia para teste de germinação de sementes de capim-colonião. **Casa da Agricultura**, São Paulo, v.3, n.1, p.12-16, 1981.

USBERTI, R.; GOMES, R.B.R.; MARTINS, L. Efeito da escarificação com ácido sulfúrico concentrado na germinação de sementes de gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* e *Panicum maximum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis Anais... Informativo Abrates, Londrina, v.5, n.2, p. 118, 1995.