

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

**DURAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DE *Brachiaria brizantha* cv.  
MARANDU (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.**

**CAROLINA MARIA GASPAR**

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 - 2005

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

**DURAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DE *Brachiaria brizantha* cv.  
MARANDU (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.**

**CAROLINA MARIA GASPAR**

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

Co -Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cavariani

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 - 2005

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

Gaspar, Carolina Maria, 1980-  
G249d Duração do teste de germinação de *Brachiaria brizantha*  
cv Marandu (Hochst. ex. A. Rich) Stapf./ Carolina Maria  
Gaspar. -- Botucatu, [s.n.], 2005.  
viii, 55 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Estadual  
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas.

Orientador: Cibele Chalita Martins.

Co-orientador: Cláudio Cavariani.

Inclui bibliografia.

1. Capim-braquiaria. 2. *Brachiaria brizantha*. 3.  
Germinação. 4. Sementes. I. Martins, Cibele Chalita. II.  
Cavariani, Cláudio. III. Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade  
de Ciências Agrônômicas. III. Título.

CDD 584.9

## AGRADECIMENTOS

A Deus, luz da minha vida, por me guiar e acompanhar durante toda a minha existência.

E às pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cibele Chalita Martins pela orientação e amizade no decorrer do curso.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal pelo auxílio durante o curso e em especial à Valéria Cristina Giandoni pela amizade.

Aos amigos Fábio Suano de Souza, Claudemir Zucarelli, Maria Filomena de Andrade Rodrigues, Alfredo Eduardo Maiorano e Magali Leonel pela colaboração indispensável.

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

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

Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins pelo auxílio e compreensão.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e incentivo à pesquisa.

Às empresas A. Maschietto, Matsuda, Naterra e Seprotec, 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.

Ao meu noivo, Marcelo, pelo incentivo, companheirismo, amor e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu irmão Henrique, pela ajuda e companheirismo.

Aos meus pais, a quem dedico este trabalho, por tudo que significam em minha vida, por toda a estima, compreensão, amor, amizade e por não medirem esforços para a minha formação pessoal.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 Primeira etapa.....	14
3.1.1 Lotes.....	14
3.1.2 Teor de água.....	15
3.1.3 Tempo mínimo necessário à condução do teste de germinação.....	15
3.2 Segunda etapa.....	16
3.2.1 Lotes.....	16
3.2.2 Teor de água.....	17
3.2.3 Teste de germinação.....	17
3.3 Metodologia estatística.....	17
3.3.1 Primeira etapa.....	17
3.3.2 Segunda etapa.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Primeira etapa.....	21
4.1.1 Teor de água.....	21
4.1.2 Teste de germinação.....	22
4.1.2.1 Análise do parâmetro $\alpha$ .....	23
4.1.2.2 Análise do parâmetro $\gamma$ .....	26
4.2 Segunda etapa.....	30
4.2.1 Teor de água.....	30
4.2.2 Teste de germinação.....	30
4.2.2.1 Porcentagem de germinação.....	30
4.2.2.2 Primeira contagem do teste de germinação.....	33
4.2.2.3 Plântulas anormais e sementes mortas .....	35
4.2.2.4 Sementes vivas após o término do teste de germinação.....	40
4.3 Considerações finais .....	40
5 CONCLUSÕES.....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

**LISTA DE TABELAS**

	Página
Tabela 1	Esquema da análise de variância para a estimativa de cada parâmetro para a primeira etapa do trabalho..... 19
Tabela 2	Esquema da análise de variância para lotes de alto vigor, para a segunda etapa do trabalho..... 19
Tabela 3	Esquema da análise de variância para lotes de médio vigor, para a segunda etapa do trabalho..... 20
Tabela 4	Esquema da análise de variância para lotes de baixo vigor, para a segunda etapa do trabalho..... 20
Tabela 5	Estimativas dos parâmetros, desvios-padrão, quadrado médio do resíduo ( $Q_m$ res) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), referentes aos ajustes médios, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas..... 22
Tabela 6	Quadro de análise de variância referente à estimativa do parâmetro $\alpha$ ..... 25
Tabela 7	Média e desvio-padrão referentes à estimativa do parâmetro $\alpha$ , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas..... 25
Tabela 8	Quadro de análise de variância referente à estimativa do parâmetro $\gamma$ ..... 27
Tabela 9	Média e desvio-padrão referentes à estimativa do parâmetro $\gamma$ , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas..... 28

Tabela 10	Valores de x (dias), observados e aproximados, referentes a contagem final do teste de germinação de sementes de <i>B. brizantha</i> , em função dos métodos de superação de dormência e temperaturas, a partir dos quais a diferença entre a assíntota e a função não é significativa, a 0,44% de significância.....	28
Tabela 11	Dados médios de germinação (%), dos lotes de alto vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	31
Tabela 12	Dados médios de germinação (%), dos lotes de médio vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo método de superação de dormência e temperatura (segunda etapa).....	31
Tabela 13	Dados médios de germinação (%), dos lotes de baixo vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	32
Tabela 14	Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de alto vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	33
Tabela 15	Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de médio vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	34
Tabela 16	Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de baixo vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	35

Tabela 17	Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de alto vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	36
Tabela 18	Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de médio vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	36
Tabela 19	Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de baixo vigor, de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	37
Tabela 20	Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de alto vigor de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	38
Tabela 21	Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de médio vigor de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	38
Tabela 22	Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de baixo vigor de sementes de <i>B. brizantha</i> , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).....	39

## LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 Valores médios observados e estimados através do modelo da função de Gompertz $Y = e^{-\alpha - e^{-(\beta + \gamma \cdot x)}}$ , para a porcentagem de germinação para métodos de superação de dormência (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> e AUSENTE) e temperaturas (15-35°C e 20-35°C), em função do tempo (dias) para <i>B. brizantha</i> .....	24
---	----

## RESUMO

O tempo recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (R.A.S.), para a conclusão do teste de germinação de *Brachiaria brizantha*, é considerado longo pelos laboratórios de análise, produtores e comerciantes dessas sementes, representando um entrave na tomada de decisões relacionadas à comercialização. O presente trabalho objetivou determinar o tempo mínimo necessário à realização do teste de germinação para sementes de *B. brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e determinar o método de superação de dormência e a temperatura, recomendados pelas R.A.S., que proporcionem a maior germinação no menor tempo.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. Na primeira, trinta lotes de sementes foram submetidos ao teste de germinação, com quatro repetições, sob duas condições de temperaturas alternadas (15-35°C e 20-35°C), sem (ausente) e com os seguintes métodos para a superação de dormência: umedecimento do substrato com KNO<sub>3</sub> (0,2%) e imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98% 36N) por 15 minutos, seguido de lavagem em água, constituindo 6 tratamentos. Realizaram-se contagens diárias do número de plântulas normais, para a determinação da data mais apropriada para o término do teste. Na segunda etapa foram realizados testes de germinação em oito lotes, sendo dois de alto vigor, quatro de médio vigor e dois de baixo vigor, nos mesmos 6 tratamentos e com encerramento nas datas definidas na primeira etapa da pesquisa. As sementes não germinadas após o término do teste de germinação foram submetidas ao teste de tetrazólio para verificar sua vitalidade, e, dessa forma, comprovar a eficiência da metodologia estabelecida na primeira etapa. O delineamento

experimental considerou os lotes como repetições. Na primeira etapa para cada repetição, em cada combinação de tratamento, foi realizado um ajuste não linear, no qual estimaram-se os parâmetros da função, sendo ajustada uma curva de crescimento para a determinação do tempo mínimo necessário a realização do teste de germinação. Os métodos e as temperaturas foram comparados a partir da análise de variância das estimativas dos parâmetros, em esquema fatorial (3 métodos x 2 temperaturas). Na segunda etapa utilizou-se esquema fatorial (3x2). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados demonstraram que o teste de germinação de *B. brizantha* cv. Marandu pode ser concluído em menor tempo que o recomendado pela R.A.S., independente do método de superação de dormência ( $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$  e ausente) e da temperatura (15-35°C e 20-35°C) estudados nesta pesquisa e recomendados pelas R.A.S., para lotes de alto, médio e baixo vigor. O método de superação de dormência e a temperatura que resultaram na maior germinação em um menor tempo foram a escarificação das sementes com  $H_2SO_4$  e a temperatura alternada de 20-35°C, que possibilitaram o encerramento do teste 11 dias após a sua instalação.

DURATION OF GERMINATION TEST OF *Brachiaria brizantha* CV. MARANDU (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. Botucatu, 2005. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CAROLINA MARIA GASPAR

Adviser: CIBELE CHALITA MARTINS

Co-Adviser: CLÁUDIO CAVARIANI

## SUMMARY

The time recommended by the Brazilian Rules for Seed Analysis (R.A.S.) for the ending of the *Brachiaria brizantha* germination test, is considered long for the analysis laboratories, producers and merchants of those seeds, representing a problem in taking decisions related to commercialization. The present work had as objective to define the minimum time necessary to carry out the *B. brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf. germination test and determine the dormancy breaking method and the temperature, recommended by R.A.S, that provide the largest germination in the smallest period.

The research was carried out in two parts. In the first, 30 lots of seeds were submitted to the germination test, with four replicates, under two conditions of alternated temperatures (15-35°C and 20-35°C), without (none) and with the following dormancy breaking methods: substrate moistened with a solution of KNO<sub>3</sub> (0,2%) and immersion of the seeds in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98% 36N) for 15 minutes, followed by a wash in water, forming 6 treatments. Daily counting of the number of normal seedlings was carried out, to define the most adequate date to the end of the test. In the second part germination tests were carried out in eight lots, being two of high vigor, four of medium vigor and two of low vigor, in the same 6 treatments and with the ending in date indicated in the first part of the experiment. The remaining seeds at the end of the germination test were submitted to the tetrazolium test to verify their viability, and, thus, confirm the efficiency of the methodology defined in the first part. The experimental design considered the lots as replicates. In the first part for each replicate, in each treatment combination, a non-linear adjustment was accomplished, in which the function parameters were estimated, and a growth curve to determine the minimum time necessary to

carry out the germination test was adjusted. The methods and the temperatures were compared by an analysis of variance with the estimated parameters, in factorial arrangement (3 methods x 2 temperatures). The second part was analyzed by factorial arrangement (3 x 2). The means were compared by the Tukey test at 5% of probability.

The results demonstrated that the germination test of *B. brizantha* cv. Marandu can be concluded in a smaller time than the recommended by R.A.S., independently the dormancy breaking method (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub> and none) and temperature (15-35°C and 20-35°C) studied in this research and recommended by R.A.S. to high, medium and low vigor lots. The dormancy breaking method and the temperature that provided the largest germination in the smallest period was the seed scarification with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and the alternated temperature 20-35°C, which provided the ending of the germination test 11 days after it establishment.

---

Keywords: *Brachiaria brizantha*, seed, germination test, dormancy breaking treatments, alternating temperatures.

## 1 INTRODUÇÃO

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, mais conhecida como braquiarião ou capim brizantão, destaca-se como a espécie forrageira mais plantada no país, devido à tolerância à cigarrinha das pastagens, por apresentar alta produção de massa verde, estabilidade de crescimento em todas as estações do ano, boa produção em condições de baixa fertilidade, além de alta produção de sementes viáveis (ANDRADE, 1994; SOARES FILHO, 1994; ALVIM et al., 2002).

A formação de pastagens com capim brizantão é realizada através 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, que é um teste padronizado, e prescreve 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 (MARCOS FILHO et al., 1987).

Para a realização do teste de germinação de *B. brizantha*, as Regras para Análise de Sementes (R.A.S.) (BRASIL, 1992) recomendam que o teste deve ser conduzido por 21 dias, podendo ser prorrogado por até 28 dias se houverem sementes não germinadas no final do período, nas temperaturas alternadas de 15-35°C ou 20-35°C, na presença de luz e utilizar-se ou não de métodos para superar a dormência, quais sejam escarificação com ácido sulfúrico, umedecimento do substrato com nitrato de potássio e pré-

secagem à 35-40°C por 5 a 7 dias, sendo que os dois primeiros citados são os mais utilizados pelos laboratórios de análise de sementes, e por isso foram estudados nesta pesquisa.

O teste de germinação para sementes de *B. brizantha* necessita de estudos adicionais, principalmente no que se refere ao tempo previsto para a sua conclusão, pois este tempo é considerado longo, 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 R.A.S., também podem gerar dúvidas na condução do teste, pois podem influenciar os resultados, favorecendo ou prejudicando a germinação.

Na literatura existem trabalhos que indicam que o tempo recomendado para o teste de germinação de algumas gramíneas forrageiras pode ser diminuído, como foi constatado para sementes de *Panicum maximum* Jacq. (ORTOLANI e USBERTI, 1981; USBERTI, 1981), de *Paspalum notatum* Flügge (MAEDA e PEREIRA, 1997) e de *B. brizantha* (BRASIL, 1992; DIAS e ALVES, 2001a).

Assim, o presente trabalho teve como objetivos, em uma primeira etapa, determinar o tempo mínimo necessário para a realização do teste de germinação para sementes de *B. brizantha* cv. Marandu e identificar o método de superação de dormência e a temperatura, recomendados pelas R.A.S. (BRASIL, 1992), que proporcionem a maior germinação no menor tempo; e numa segunda etapa, comprovar a eficiência da metodologia estabelecida na primeira etapa, verificando se o tempo determinado para a conclusão do teste de germinação foi suficiente para lotes de sementes de alto, médio e baixo vigor expressarem o seu potencial germinativo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil possui 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas dos quais 70 milhões são constituídos por gramíneas do gênero *Brachiaria* (ALVIM et al., 2002). A importância e a expansão do plantio da *B. brizantha* cv. Marandu refletem-se no mercado de sementes do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2002), no qual das 94.367,87 toneladas de sementes de gramíneas forrageiras comercializadas oficialmente no ano de 2002, 60% pertenciam ao gênero *Brachiaria* e 43% eram de *B. brizantha* cv. Marandu. Existem no mercado de sementes outras cultivares de *B. brizantha*, como a “MG4” e a “MG5 Vitória”, entretanto, a “Marandu” é a única de domínio público e representa 97% das sementes desta espécie produzidas no Estado de São Paulo.

A semeadura na formação de pastagens representa um avanço tecnológico, pois resulta na redução dos custos, agilidade operacional e qualidade de serviços (PIRES, 1997). Para otimizar esse procedimento torna-se importante a utilização de sementes de boa qualidade, com alta porcentagem de germinação e vigor (GARCIA e CÍCERO, 1992; DIAS e TOLEDO, 1993; CASTRO et al., 1994; PIRES, 1997; LAGO e MARTINS, 1998).

De acordo com as Regras para Análise de Sementes – R. A. S. (BRASIL, 1992), o tempo recomendado para o teste de germinação de *B. brizantha* é de 21 dias, podendo ser prolongado por até 28 dias se forem constatadas sementes dormentes.

Esse período é considerado longo pelos laboratórios de análise, empresas, pecuaristas e agricultores que produzem e comercializam essas sementes, representando um problema para a escolha dos lotes que pretendem adquirir, pois não podem protelar sua decisão, aguardando a obtenção dos resultados do teste de germinação. Dessa forma, as decisões quanto à aquisição de lotes são baseadas na intuição e/ou experiência do comprador, ou mesmo no preço das sementes (MARCOS FILHO et al., 1987) e, mais usualmente, nos resultados do teste de tetrazólio (GERALDI JR., 1990; CASTRO et al., 1994; MARTINS e LAGO, 1996; DIAS e ALVES, 2001a, b; MARTINS et al., 2001).

Há indícios de que o tempo recomendado para o teste padrão de germinação de gramíneas forrageiras possa ser diminuído, como mostram alguns trabalhos. Nas R.A.S., no quadro de “Instruções para os Testes de Germinação de Sementes”, a *B. brizantha* está assinalada com a letra B, o que significa que a espécie está sendo testada no Brasil, mas a metodologia não está consagrada, sendo passível de estudos adicionais (BRASIL, 1992).

No Laboratório Central de Sementes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) em uma análise de dados de 280 amostras de *P. maximum* não foram detectadas diferenças significativas entre o total de germinação aos 21 e aos 28 dias, que é o período recomendado pelas R.A.S. (ORTOLANI e USBERTI, 1981). Em outro trabalho com esta espécie, Usberti (1981) observou que aos 14 dias da instalação do teste, 95% do total de germinação apresentado aos 21 dias, já havia sido alcançado.

Maeda e Pereira (1997) verificaram que o período necessário para avaliar a germinação de *Paspalum notatum* pode ser reduzido de 28 para 14 dias, desaconselhando-se a prorrogação do teste por mais alguns dias, devido à proliferação de fungos e aumento da porcentagem de sementes mortas.

No Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, um estudo realizado com *P. maximum* e *B. brizantha* apresentou a conclusão de que o teste de germinação destas espécies pode ser encerrado aos sete e dez dias após a semeadura, respectivamente, sem comprometimento dos resultados (DIAS e ALVES, 2001a).

Embora seja ampla a utilização do teste de tetrazólio na avaliação da qualidade de sementes de gramíneas forrageiras, principalmente devido à rapidez, alguns cuidados devem ser tomados na sua aplicação. De uma maneira geral, pode-se afirmar que o

teste consegue diferenciar lotes de qualidades distintas, porém não consegue dar valores exatos a estas variações (GERALDI JR., 1990). Além disso, os resultados obtidos nos testes de tetrazólio e de germinação para as mesmas amostras de sementes, podem apresentar resultados discrepantes, principalmente quando avaliadas em laboratórios distintos, causando problemas na comercialização (ORTOLANI e USBERTI, 1981; USBERTI, 1981). Deve-se destacar ainda que o teste de tetrazólio indica apenas a vitalidade das sementes dormentes, mas não identifica o percentual de dormência de um lote, informação que só pode ser obtida através do teste de germinação (DIAS e ALVES, 2001b).

Quanto ao tempo para a obtenção de resultados, é necessário considerar que embora o teste de tetrazólio seja mais rápido que o de germinação, ele demanda maior atenção e dedicação do analista, além de conhecimento específico sobre morfologia de sementes e maior número de horas de trabalho aplicado à sua realização. Deste modo, o rendimento pessoal por analista por dia é baixo, o que resulta na necessidade de contratação de analistas somente para esta função, caso contrário, o período de espera das amostras por análise será longo (ORTOLANI e USBERTI, 1981).

Apesar do teste de tetrazólio poder ser utilizado para a comercialização de sementes de gramíneas forrageiras dos produtores para as empresas, e ser um parâmetro oficialmente aceito pelos padrões de sementes e legislação em vigor, é obrigatória a apresentação do resultado do teste de germinação junto com o Boletim de Análise de Sementes, para a comercialização da empresa para o consumidor (BRASIL, 2002).

Adicionalmente, o teste de germinação apresenta a vantagem de ser altamente padronizado, prescrevendo condições específicas de temperatura, luz, umedecimento e tipo de substrato, métodos de superação de dormência, datas e métodos de avaliação de germinação. Desta maneira, o teste permite a obtenção de resultados reproduzíveis e comparáveis entre laboratórios, o que o tornou de uso generalizado na avaliação da qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO et al., 1987).

No teste de germinação, a temperatura age sobre a velocidade de absorção de água e também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, em conseqüentemente, afeta tanto a velocidade e uniformidade de germinação, como a germinação total (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, nos quais existe uma 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. Sobre o total de germinação, as temperaturas maiores estimulam a germinação, até um determinado ponto, quando o efeito da temperatura se inverte e a germinação começa a decrescer. Sobre a velocidade de germinação, quanto maior a temperatura, maior a velocidade do processo, sendo que a temperatura ótima para a velocidade é sempre um pouco mais alta do que para o total de germinação. Temperaturas baixas tendem a reduzir a velocidade do processo, expondo a plântula por um maior período a fatores adversos do ambiente, o que pode levar a uma redução no total de germinação (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A maioria das gramíneas forrageiras apresenta uma reação germinativa favorável à alternância de temperatura, à semelhança do que ocorre normalmente na natureza, quando as temperaturas diurnas são maiores e as noturnas menores (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A eficiência do uso de temperaturas alternadas na superação da dormência de sementes ocorre devido ao aumento na permeabilidade a gases das membranas, ocasionado pelo estresse promovido pela mudança abrupta da temperatura (DELOUCHE e BASS, 1954).

Assim, para as sementes de *B. brizantha* existem duas condições de temperaturas alternadas consideradas ótimas e recomendadas pelas R. A. S. para a germinação, que são 15-35°C (15°C por 16 horas e 35°C por 8 horas) ou 20-35°C (20°C por 16 horas e 35°C por 8 horas) (BRASIL, 1992).

Dessa forma, existem trabalhos que se utilizaram da temperatura alternada de 15-35°C (MARTINS e LAGO, 1996; MARTINS et al., 1997; PREVIERO et al., 1997; LAGO e MARTINS, 1998; PREVIERO et al., 1998 a, b) e de 20-35°C (GARCIA e CICERO, 1992). Entretanto, Vieira et al. (1998) testando as temperaturas de germinação de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C constantes e 20-35°C alternada para sementes de *B. brizantha*, observaram que tanto a porcentagem de germinação quanto a velocidade foram máximas a 30°C, não sendo superada por nenhuma outra temperatura, nem mesmo pela temperatura alternada recomendada pelas R. A. S. (BRASIL, 1992).

Para *P. maximum* Usberti (1981) observou que o teste de germinação

conduzido sob temperatura alternada de 15-35°C apresentou maiores valores de germinação do que o conduzido sob temperatura constante de 25°C. Entretanto, nos primeiros 10 dias do teste, a temperatura de 25°C proporcionou a maior velocidade de germinação. Oliveira e Mastrocola (1984), para esta mesma espécie, observaram que as sementes mais novas, que apresentavam maior dormência, germinaram melhor à temperatura de 15-35°C do que à de 20-35°C.

Assim, os efeitos da temperatura sobre a germinação também podem ser influenciados pela condição fisiológica da semente. Sementes recém-colhidas e com dormência, geralmente requerem 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 e NAKAGAWA, 2000).

Além da utilização de temperaturas alternadas e de luz no teste de germinação de gramíneas forrageiras, as R. A. S. (BRASIL, 1992) também recomendam a utilização de tratamentos específicos para a superação da dormência. Para as sementes de *B. brizantha*, é recomendada a imersão das sementes em ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado por 15 minutos seguida de lavagem em água, ou o umedecimento do substrato com solução de nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) a 0,2%, ou ainda a pré-secagem das sementes à temperatura de 35-40°C por um período de 5 a 7 dias, em estufa com circulação de ar, sendo que este último tratamento é pouco utilizado pelos laboratórios de análise de sementes por aumentar demasiadamente o tempo necessário para o teste de germinação.

A dormência é o fenômeno pelo qual as 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. Muitas vezes as sementes são armazenadas antes de serem comercializadas para que ocorra a superação natural da dormência (PIRES, 1993; MARTINS, 1999; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

As sementes do gênero *Brachiaria* apresentam dormência por não terem sido submetidas a um melhoramento genético intenso (PIRES, 1993). Sua dormência pode ser causada por fatores exógenos, como a impermeabilidade à água e ao oxigênio causada pela gluma, pálea e lema, que constituem uma barreira para a germinação; e endógenos ou fisiológicos, causada por fatores relacionados aos reguladores de crescimento da semente (GARCIA e CÍCERO, 1992; VIEIRA et al., 1999).

Muitos trabalhos discutem métodos para a superação da dormência de sementes de *B. brizantha*, sendo que alguns deles sugerem a escarificação com  $H_2SO_4$  (CASTRO et al., 1994; USBERTI et al., 1995; MARTINS, 1999; MESCHEDÉ et al., 2004), enquanto outros o umedecimento do substrato com  $KNO_3$  (PREVIERO et al., 1998 a, b). Ainda há trabalhos que recomendam a utilização destes dois tratamentos em conjunto (GARCIA e CÍCERO, 1992; MARTINS e LAGO, 1996).

Além de promover a germinação, a utilização de métodos para superar a dormência pode contribuir para aumentar a velocidade do processo, como o observado com a utilização do  $H_2SO_4$ , por Usberti et al. (1995), Montório et al. (1997), Martins (1999) e Meschede et al. (2004), em sementes de *B. brizantha*, e por Usberti et al. (1995), em sementes de *B. humidicola* e *P. maximum*. Com a utilização de  $KNO_3$ , Meschede et al. (2004) verificaram aumento na velocidade de germinação de sementes de *B. brizantha*, e Martins (1996) em *P. maximum*.

Em alguns casos, a escarificação com  $H_2SO_4$  pode não promover acréscimo significativo na germinação de *B. brizantha* (DIAS e TOLEDO, 1993), ou então danificar as sementes, diminuindo a porcentagem de germinação após o armazenamento (PREVIERO et al., 1998b; MARTINS, 1999), ou prejudicando a germinação das sementes sem dormência (DIAS e ALVES, 2001a).

Nas sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt a utilização de  $H_2SO_4$  pode não ter efeito sobre a germinação (ATALLA e TOSELLO, 1979), ou diminuir a porcentagem de plântulas normais devido aos danos provocados nas sementes (GOEDERT, 1985; MACEDO et al., 1994; USBERTI et al., 1995).

O umedecimento do substrato com  $KNO_3$  proporciona resultados contraditórios de acordo com a espécie estudada. Para *B. brizantha* as sementes tratadas com  $KNO_3$  apresentaram menor germinação que as tratadas com  $H_2SO_4$  (GARCIA e CÍCERO,

1992; MESCHEDE et al., 2004), enquanto nas sementes de *B. humidicola*, o efeito do  $\text{KNO}_3$  foi diferente de acordo com a idade da semente, aumentando a germinação nas sementes novas, mas não apresentando efeito após o armazenamento (OLIVEIRA e MASTROCOLA, 1983). Para *P. maximum*, o tratamento com  $\text{KNO}_3$  pode proporcionar aumento na porcentagem e na velocidade de germinação (MARTINS, 1996) ou prejudicar a germinação das sementes sem dormência (DIAS e ALVES, 2001a), dependendo do lote.

O  $\text{KNO}_3$  tem efeito na superação de dormência principalmente em sementes de gramíneas, pois nelas a dormência seria essencialmente devida à ocorrência de substâncias fixadoras de oxigênio localizadas no complexo película - pericarpo. Dessa forma a ação do  $\text{KNO}_3$ , por ser uma substância oxidante, 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 a eliminação do estado de dormência desse tipo na semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aumenta a germinação, pois a escarificação ácida, ao remover estruturas cuticulares da lema e pálea, facilita a entrada de água e antecipa a protrusão radicular (MAROUSKY e WEST, 1988; CASTRO et al., 1994).

Assim, é importante definir quais, dos vários procedimentos propostos pelas R. A. S. para a realização do teste de germinação de *B. brizantha*, são os mais indicados para a obtenção da maior germinação no menor tempo, facilitando e otimizando a utilização do teste de germinação pelas empresas e laboratórios de análise de sementes.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

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

O trabalho foi realizado em duas etapas, como descrito a seguir:

#### **3.1 Primeira etapa**

##### **3.1.1 Lotes**

Foram utilizados 30 lotes de sementes fiscalizadas de *B. brizantha* cv. Marandu de diversas procedências, quais sejam:

- Lotes 1, 3 – Sementes A. Maschietto – Safra 2002
- Lote 2 – Sementes Matsuda – Safra 2002
- Lotes 4, 5, 6 – Sementes Naterra – Safra 2002
- Lote 7 – Sementes Seprotect – Safra 2002
- Lotes 8, 9, 13 - Sementes A. Maschietto – Safra 2003
- Lotes 10, 11, 12 – Sementes Naterra – Safra 2003
- Lotes 14 ao 30 – Sementes Matsuda – Safra 2003

Os lotes foram homogeneizados e, para a obtenção de sementes puras, foram submetidos ao assoprador pneumático, complementado por separação manual, e amostrados.

### **3.1.2 Teor de água**

O teor de água foi determinado para cada lote de sementes, utilizando-se o método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24h (BRASIL, 1992), em duas subamostras de 2,0 g de sementes, obtidas antes e após o tratamento de escarificação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e secagem à sombra.

### **3.1.3 Tempo mínimo necessário à condução do teste de germinação**

Para a determinação do tempo mínimo necessário à condução do teste de germinação foram realizadas, para todos os lotes, contagens diárias do número de plântulas normais do 1º ao 28º dia após a instalação, durante o teste de germinação.

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 100 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 2,5 vezes seu peso de água destilada (BRASIL, 1992), em caixas plásticas transparentes, tipo gerbox, colocadas individualmente em sacos plásticos de 0,05mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato (GASPAR et al., 2003). Foram consideradas plântulas normais aquelas cuja plúmula já havia ultrapassado o coleóptilo e a radícula estava com comprimento mínimo de 0,5 cm, sendo as contagens realizadas diariamente até o 28º dia após a semeadura (BRASIL, 1992).

Durante o teste de germinação as sementes foram mantidas em duas condições de temperaturas alternadas:  $15\text{-}35^\circ\text{C}$  (16/8h) e  $20\text{-}35^\circ\text{C}$  (16/8h), sob luz ( $78 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}/8\text{h}$ ) e submetidas aos 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) concentrado p.a. por 15 minutos, seguido de lavagem rápida em água corrente e secagem à sombra e sem a utilização de método de superação (ausente), recomendados pelas R.A.S. (BRASIL, 1992), constituindo 6 tratamentos:

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  x  $15\text{-}35^\circ\text{C}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  x  $20\text{-}35^\circ\text{C}$
- $\text{KNO}_3$  x  $15\text{-}35^\circ\text{C}$

- KNO<sub>3</sub> x 20-35°C
- Ausente x 15-35°C
- Ausente x 20-35°C

A determinação do dia para o encerramento do teste de germinação, em cada tratamento, foi realizada através da análise estatística dos dados da contagem diária do número de plântulas normais. Este dia correspondeu àquele em que o número de sementes germinadas (plântulas normais) foi estatisticamente semelhante ao observado aos 28 dias após a instalação do teste, e que as sementes remanescentes estavam mortas ou dormentes.

## **3.2 Segunda etapa**

### **3.2.1 Lotes**

Foram utilizados oito outros lotes de sementes fiscalizadas de *B. brizantha* cv. Marandu de diversas procedências, quais sejam:

- Lotes I, II, IV – Sementes Matsuda – Safra 2003
- Lotes III, V - Sementes A. Maschietto – Safra 2003
- Lote VI – Sementes Matsuda – Safra 2002
- Lote VII – Sementes Naterra – Safra 2003
- Lote VIII – Sementes Naterra – Safra 2002

Foram considerados de alto vigor os lotes I e II, com germinação acima de 80%, de médio vigor os lotes III, IV, V e VI, com germinação entre 70 e 80%, e os lotes VII e VIII de baixo vigor, com germinação abaixo de 70%.

À semelhança da primeira etapa, os lotes foram homogeneizados e submetidos a assoprador pneumático e separação manual, para a obtenção de sementes puras, e amostrados.

### **3.2.2 Teor de água**

O teor de água foi determinado para cada lote de sementes com a mesma metodologia descrita no item 3.1.2.

### 3.2.3 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 100 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 2,5 vezes seu peso de água destilada (BRASIL, 1992), em caixas plásticas transparentes, tipo gerbox, colocadas individualmente em sacos plásticos de 0,05mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato (GASPAR et al., 2003). A primeira contagem foi realizada aos 7 dias após a instalação do teste e a contagem final realizada nas datas definidas na primeira etapa do trabalho para cada método de superação de dormência e temperatura estudados. As sementes foram colocadas para germinar nos mesmos 6 tratamentos utilizados na primeira etapa da pesquisa.

Para verificar a vitalidade das sementes remanescentes na contagem final do teste de germinação, na segunda etapa do experimento, foi realizado o teste de tetrazólio. As sementes foram seccionadas longitudinalmente e medianamente através do embrião e as duas metades da semente foram imersas em uma solução de tetrazólio a 0,1% e mantidas em câmara escura, a 37°C, por 3 horas. Após esse período as sementes foram lavadas e a leitura feita imediatamente, com auxílio de lupa, classificando-se as sementes em vivas e mortas (DIAS e ALVES, 2001b).

## 3.3 Metodologia estatística

### 3.3.1 Primeira etapa

O procedimento estatístico adotado para a primeira etapa, considerou os 30 lotes como repetições, sendo utilizadas as médias das quatro subamostras de cada lote para cada método de superação de dormência (KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ausente) e cada condição de temperatura alternada (15-35°C e 20-35°C). Para cada repetição, em cada tratamento, foi realizado um ajuste não linear, no qual se determinou as estimativas dos parâmetros da função, sendo ajustada uma curva de crescimento, ou seja, um modelo não linear para a avaliação do percentual de germinação diária.

Este modelo é representado pela função modelo de Gompertz:

$Y = e^{-\alpha - e^{(\beta + \gamma \cdot x)}}$ ; onde  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$  e  $0 < \gamma < 1$  e  $x \geq 0$ ;  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são parâmetros da curva,  $x$  é o

tempo necessário a germinação de sementes de *B. brizantha* e  $Y$  é o valor da observação (CARVALHO, 1996).

O parâmetro  $\alpha$  é apresentado na forma de exponencial ( $e^\alpha$ ), e é o valor da assíntota de  $Y$ , sendo que representa a porcentagem de germinação. O  $\beta$  é um parâmetro de deslocamento da curva. O parâmetro  $\gamma$  está vinculado a taxa de crescimento, que representa a velocidade de germinação. Esta é uma função exponencial, monotonicamente crescente e fica entre duas assíntotas horizontais: o eixo das abscissas e a reta de ordenada  $e^\alpha$  (CARVALHO, 1996).

Através do modelo não linear estabeleceu-se o tempo necessário à condução do teste de germinação ( $x$ ). Isto foi possível quando se determinou o valor a partir do qual a diferença entre a assíntota e a função estimada era igual a 0,44%, considerada como não estatisticamente significativa (CARVALHO, 1996), ou seja, a porcentagem de plântulas normais no dia  $x$  não diferente estatisticamente a 0,44% da porcentagem de plântulas normais no 28º dia após a semeadura.

Assim a equação estudada foi:  $e^{(\alpha)} - (e^{(\alpha - e^{(\beta + \gamma \cdot x)})}) - 0,44 = 0$ , onde  $e^{(\alpha)}$  é assíntota e  $e^{(\alpha - e^{(\beta + \gamma \cdot x)})}$  é a função modelo de Gompertz.

A porcentagem de 0,44 foi escolhida como sendo estatisticamente não significativa para a diferença entre a assíntota e a função, pois segundo as R.A.S. (BRASIL, 1992) o resultado do teste de germinação deve ser expresso em números inteiros, fazendo-se a aproximação para menos quando a parte fracionária for menor que cinco décimos (0,5) e para mais quando essa fração for igual ou superior a cinco décimos. Portanto considerando-se duas casas decimais, resultados de porcentagem de germinação cuja fração for igual ou maior que 0,45 serão aproximados para cima, e, portanto considerados de valor diferente, já se a fração for igual ou menor a 0,44, serão considerados como de mesmo valor.

Os parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  da função foram substituídos na equação para o cálculo de  $x$ .

Os métodos de superação de dormência e as temperaturas foram comparados através de uma análise de variância em esquema fatorial (3x2), realizada para cada parâmetro estimado do modelo de Gompertz, para, dessa forma, identificar quais tratamentos permitiram a 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 a primeira etapa do 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

### 3.3.2 Segunda etapa

Na segunda etapa, foram realizadas análises de variância em esquema fatorial (3x2) comparando-se os métodos de superação de dormência (KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ausente) e as temperaturas alternadas (15-35°C e 20-35°C), para os lotes de alto vigor (2 lotes), médio vigor (4 lotes) e baixo vigor (2 lotes). Os lotes também foram considerados como repetições, sendo utilizadas as médias das quatro subamostras para cada lote. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabelas 2, 3 e 4) e os dados de porcentagem de plântulas anormais, sementes mortas e sementes vivas após o término do teste de germinação, foram previamente transformados em  $\arcsen(x/100)^{1/2}$  (PIMENTEL - GOMES, 1973), antes das análises.

Tabela 2 – Esquema da análise de variância para lotes de alto vigor, para segunda etapa do 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	6
Total	11

Tabela 3 – Esquema da análise de variância para lotes de médio vigor, para segunda etapa do 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	18
Total	23

Tabela 4 – Esquema da análise de variância para lotes de baixo vigor, para segunda etapa do 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	6
Total	11

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Primeira etapa**

#### **4.1.1 Teor de água**

Os teores de água médios dos lotes da primeira etapa foram de 9,1% e 14,8%, respectivamente, antes e após a escarificação com  $H_2SO_4$ . Esses valores, estatisticamente diferentes, demonstraram que as sementes escarificadas apresentaram maior teor de água.

Isso ocorreu devido à metodologia utilizada no tratamento, pois, após a escarificação e enxágüe em água corrente, as sementes foram colocadas para secar a sombra, sobre papel, por um período que variou de 3 a 4 horas. O papel ficou umedecido por absorver a água superficial da semente, e esta por sua vez, como ficou em contato com o papel umedecido, também absorveu água. Deve-se ressaltar que Marousky e West (1998), relataram que a escarificação com  $H_2SO_4$  ao remover as estruturas cuticulares da lema e da pálea, pode também facilitar a entrada de água e antecipar a germinação.

Essa embebição inicial das sementes escarificadas provocou maior velocidade de germinação, se comparada às sementes não escarificadas, entretanto, como este é um método proposto pela R.A.S. (BRASIL, 1992), corresponde à realidade encontrada nos laboratórios de análise de sementes.

#### 4.1.2 Teste de germinação

As estimativas dos parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$ , e  $\gamma$ , determinados através da regressão não linear realizada com a média das repetições (lotes) para os resultados diários de porcentagem de germinação, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativas dos parâmetros, desvios-padrão, quadrado médio do resíduo (Qm res) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), referentes aos ajustes médios, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas.

Métodos/ Temperatura	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Qm res	$R^2$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 15-35°C	4,361± 0,0044	2,892± 0,122	-0,605± 0,0232	2,086	0,997
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 20-35°C	4,352± 0,0039	2,918± 0,128	-0,766± 0,0303	1,805	0,997
KNO <sub>3</sub> / 15-35°C	4,282± 0,0050	3,006± 0,126	-0,528± 0,0204	2,019	0,997
KNO <sub>3</sub> / 20-35°C	4,289± 0,0040	2,795± 0,106	-0,602± 0,0207	1,474	0,998
Ausente/ 15-35°C	4,314± 0,0054	2,542± 0,099	-0,416± 0,0149	2,170	0,997
Ausente/ 20-35°C	4,361± 0,0034	2,573± 0,073	-0,498± 0,0128	0,993	0,999

Os resultados do quadrado médio do resíduo (Qm res), referentes ao ajuste médio realizado para cada tratamento, apresentaram maior valor para a condição de temperatura de 15-35°C (Tabela 5). Os valores de Qm res são os desvios dos pontos em relação à curva e estimam a variabilidade dos resíduos (CARVALHO, 1996), portanto é possível afirmar que os tratamentos que tiveram maior valor de Qm res tiveram maior erro. Assim, de forma independente dos métodos de superação de dormência, os testes de germinação conduzidos na condição de temperatura alternada de 15-35°C apresentaram maior variância entre os resultados.

A variância dos resultados de germinação entre as repetições, em função da temperatura, foi conseqüência de ter se utilizado nesta pesquisa, lotes com diferentes níveis de vigor, pois quanto menor o vigor de uma semente, mais específicas serão as exigências de temperatura. Dessa forma, a faixa de temperatura ótima para uma semente de alto vigor é mais ampla do que a exigida pela de baixo vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Assim, a condição de temperatura alternada 15-35°C não permitiu que os lotes de

menor vigor expressassem plenamente o seu potencial germinativo, resultando na maior variância.

Os resultados das médias de germinação diária foram estimados através da função Gompertz, com a utilização dos parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$ , e  $\gamma$  (Tabela 5), para a construção das curvas de porcentagem de germinação, para os métodos de superação de dormência e para as temperaturas (Figura 1).

Os valores observados estão próximos à curva dos estimados, indicando que os dados ajustaram-se a função do modelo de Gompertz (Figura 1), como pode ser observado também nos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os quais foram próximos a 1,00 (Tabela 5).

#### **4.1.2.1 Análise do parâmetro $\alpha$**

Os resultados da análise de variância realizada para o parâmetro  $\alpha$ , que representa a porcentagem de germinação, mostraram que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre os métodos de superação de dormência, mas não entre as temperaturas, e também não foi verificada interação entre métodos e temperaturas, como pode ser observado para valores de F na Tabela 6.

Do mesmo modo, 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 (28º dia), indicando que não houve diferença para este parâmetro. Dessa forma pode-se considerar que tanto a temperatura alternada de 15-35°C quanto à de 20-35°C são adequadas para a germinação de sementes de *B. brizantha*, como recomendam as R.A.S. (BRASIL, 1992).

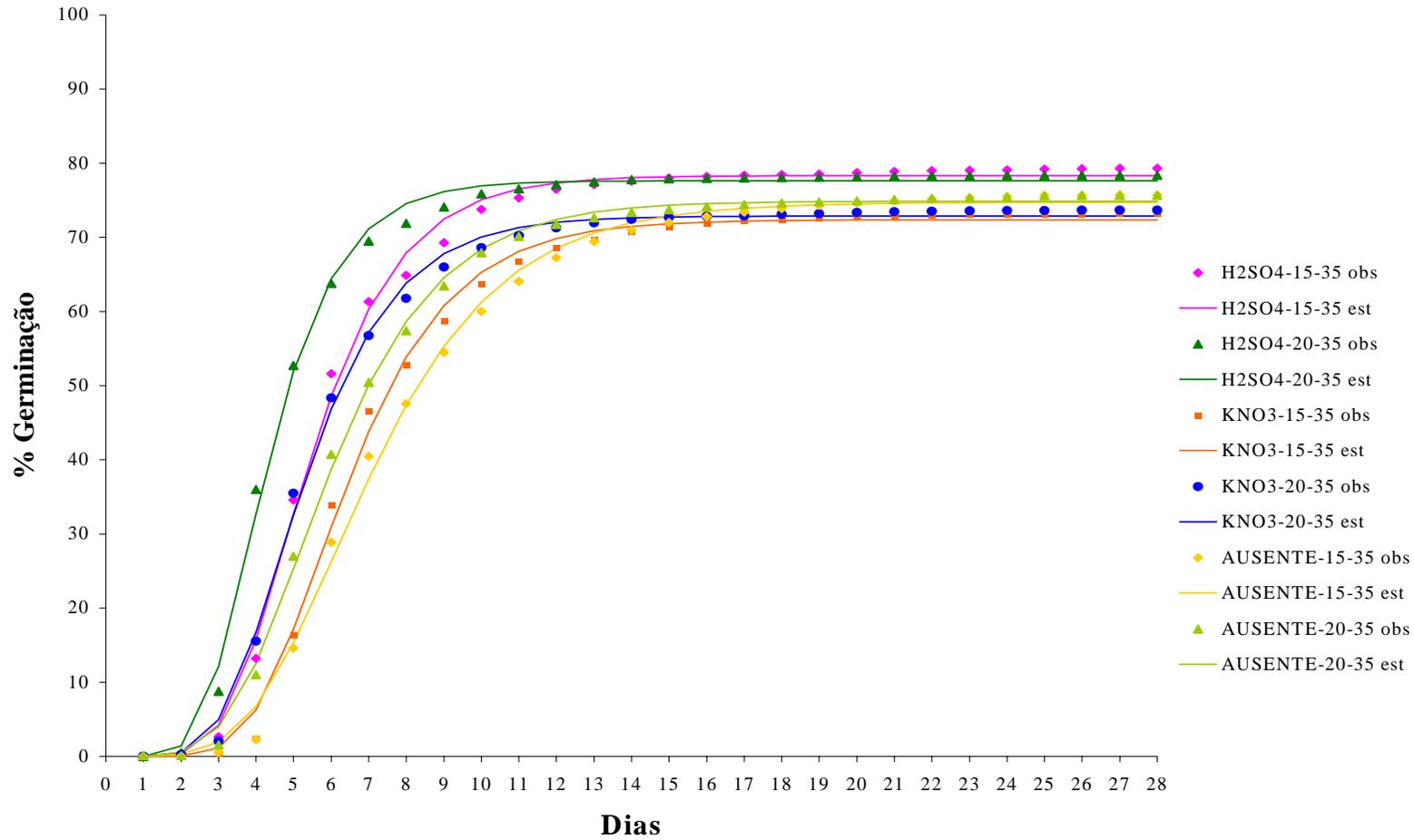


Figura 1 – Valores médios observados (obs) e estimados (est) através do modelo da função de Gompertz  $Y = \alpha - e^{-(\beta + \gamma \cdot x)}$  para a porcentagem de germinação, para métodos de superação de dormência ( $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$  e AUSENTE) e temperaturas (15-35°C e 20-35°C), em função do tempo (dias) para *B. brizantha*.

Entre os métodos, observaram-se maiores valores médios de  $\alpha$ , os quais, em exponencial, representam a porcentagem de germinação, para o método com  $H_2SO_4$  que para o  $KNO_3$  e ambos não diferiram do ausente. Isso pode ser observado na Tabela 7, onde a média da porcentagem de germinação para o método  $H_2SO_4$  foi de 78% (exp (4,35)), para o  $KNO_3$  de 72% (exp (4,28)) e para o ausente foi de 75% (exp (4,31)). Na Figura 1 é possível visualizar ainda que as curvas da germinação, no 28º dia, para o método  $H_2SO_4$ , estão acima das curvas do ausente e estas estão acima das curvas do  $KNO_3$ .

Tabela 6 – Quadro de análise de variância referente à estimativa do parâmetro  $\alpha$ .

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Método	2	0,083700	4,41300	0,014
Temperatura	1	0,000661	0,03490	0,852
Método x Temperatura	2	0,000181	0,00952	0,991
Resíduo	174	0,019000	-	-
Total	179	0,019400	-	-

Tabela 7 – Média e desvio-padrão referentes à estimativa do parâmetro  $\alpha$ , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas.

Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
$H_2SO_4$	4,35 ±0,11	4,35±0,12	4,35±0,11a <sup>1</sup>
$KNO_3$	4,28±0,13	4,27±0,20	4,28±0,17b
Ausente	4,31±0,12	4,31±0,13	4,31±0,12ab
Média geral por temperatura	4,31±0,12 A <sup>1</sup>	4,31±0,16 A	-

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De forma semelhante ao verificado neste trabalho, o aumento da germinação com a utilização de  $H_2SO_4$  foi observado por Marousky e West (1988), Garcia e Cícero (1992), Castro et al. (1994), Usberti et al. (1995), Martins (1999) e por Meschede et al. (2004), evidenciando que o ácido atua destruindo as glumas e glumelas das sementes, favorecendo desta forma a absorção de água pela semente e conseqüentemente a germinação.

No entanto, estes resultados diferem dos observados por Dias e Toledo (1993), que constataram que o  $H_2SO_4$  não causou acréscimo significativo na germinação das sementes de *B. brizantha*, e dos observados por Dias e Alves (2001a) que verificaram que a escarificação com  $H_2SO_4$  pode prejudicar a germinação das sementes sem dormência.

O fato dos resultados de porcentagem de germinação para o ausente, não diferirem dos resultados dos métodos de superação de dormência,  $H_2SO_4$  e  $KNO_3$  (Tabela 7), ocorreu pois os lotes utilizados não apresentaram uma porcentagem significativa de sementes dormentes, ou seja, a escarificação com  $H_2SO_4$  não aumentou a porcentagem de germinação se comparada com o ausente. Provavelmente, se houvessem sementes dormentes, isso iria acontecer, como o observado por Usberti et al. (1995) e Martins (1999).

Assim sendo, embora as sementes de *B. brizantha* se caracterizem por apresentar dormência, isto não tem sido constatado freqüentemente em lotes comerciais dessas sementes, provavelmente devido ao tipo de colheita realizada atualmente, que é por varredura, a mais utilizada no Brasil. Neste método, as sementes produzidas pela planta amadurecem, desprendem-se da planta e se acumulam sobre a superfície do solo, sendo recolhidas por varredura. As sementes que são colhidas dessa forma estão na sua maioria maduras e não apresentam dormência (SOUZA, 1981; SOUZA, 2001).

#### **4.1.2.2 Análise do parâmetro $\gamma$**

Os resultados da análise de variância do parâmetro  $\gamma$ , que representa a velocidade de germinação, demonstraram que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, para métodos de superação de dormência e para temperaturas, mas não houve interação do efeito desses dois fatores, como pode ser verificado nos valores de F na Tabela 8.

Tabela 8 – Quadro de análise de variância referente à estimativa do parâmetro  $\gamma$ .

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Método	2	1,22900	38,1070	<0,001
Temperatura	1	0,54500	16,8950	<0,001
Método x Temperatura	2	0,00205	0,0636	0,938
Resíduo	174	0,03220	-	-
Total	179	0,04810	-	-

Entre os métodos de superação de dormência, o método com  $H_2SO_4$  proporcionou maior velocidade de germinação que o  $KNO_3$  e este germinou mais rápido que o ausente, como pode ser observado nos resultados de  $\gamma$ , cujo valor foi maior para o  $H_2SO_4$ , seguido pelo  $KNO_3$  e pelo ausente (Tabela 9).

Os valores de  $x$  resultantes das soluções das equações ajustadas, apresentados na Tabela 10, mostram que no método com  $H_2SO_4$  a contagem final poderá ser realizada dois dias antes que para o  $KNO_3$  e cinco dias antes para o ausente. Da mesma forma na Figura 1, foi possível observar que, comparando os métodos, o ponto máximo de germinação foi atingido em menor tempo (em dias) para o método com  $H_2SO_4$ .

Essa maior velocidade de germinação para o  $H_2SO_4$  foi resultante do maior teor de água inicial das sementes tratadas, já que a escarificação ácida ao remover as estruturas cuticulares da lema e da pálea, pode também facilitar a entrada de água e antecipar a protrusão radicular e conseqüentemente a germinação (MAROUSKY e WEST, 1988).

Resultados semelhantes para as sementes de *B. brizantha* foram constatados por Usberti et al. (1995), Montório et al. (1997), Martins (1999) e Meschede et al. (2004), que observaram aumento da velocidade de germinação das sementes escarificadas com  $H_2SO_4$  em comparação com a testemunha sem tratamento. Usberti et al. (1995), também verificaram o mesmo comportamento para sementes de *B. humidicola* e *P. maximum*.

Entre as temperaturas observou-se maior valor médio significativo estatisticamente de  $\gamma$  para a condição de temperatura alternada de 20-35°C, indicando que nesta alternância de temperatura as sementes germinaram mais rápido do que na temperatura

alternada de 15-35°C (Tabela 9). Este fato pode ser observado também na Tabela 10, na qual, para a temperatura alternada de 20-35°C a contagem final poderá ser realizada dois dias antes que na temperatura alternada de 15-35°C, independente dos métodos de superação de dormência. Na Figura 1, do mesmo modo, verificou-se que os pontos máximos de germinação foram alcançados primeiro na temperatura alternada de 20-35°C.

Tabela 9 – Média e desvio-padrão referentes à estimativa do parâmetro  $\gamma$ , segundo métodos de superação de dormência e temperaturas.

Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-0,73 ±0,22	-0,85±0,25	-0,79±0,24a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	-0,56±0,12	-0,66±0,17	-0,61±0,16b
Ausente	-0,45±0,12	-0,56±0,15	-0,51±0,15c
Média geral por temperatura	-0,58±0,20B <sup>1</sup>	-0,69±0,23A	-

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 10 – Valores de x (dias), observados e aproximados, referentes à contagem final do teste de germinação de sementes de *B. brizantha*, em função dos métodos de superação de dormência e temperaturas, a partir dos quais a diferença entre a assíntota e a função não é significativa, a 0,44% de significância.

Métodos	Temperaturas			
	15-35°C		20-35°C	
	Valores			
	Observados	Aproximados	Observados	Aproximados
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,34076946	13	10,55892952	11
KNO <sub>3</sub>	15,35214683	15	13,12617082	13
Ausente	18,44718683	18	15,56659743	16

A maior velocidade de germinação na temperatura alternada de 20-35°C ocorreu devido ao fato que no teste de germinação, a temperatura age sobre a velocidade de absorção de água e também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, em consequência, afeta tanto a velocidade e uniformidade de germinação, como a germinação total. O efeito da temperatura sobre a velocidade de germinação ocorre da seguinte forma: quanto maior a temperatura, maior a velocidade de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Assim, nas condições de temperatura alternada de 15-35°C, o metabolismo das sementes foi mais lento que nas de 20-35°C.

Vieira et al. (1998) estudando a germinação de *B. brizantha*, verificaram maior e mais rápida germinação em temperaturas mais elevadas, onde a mais indicada foi a de 30°C. Já para *B. humidicola*, Oliveira e Mastrocola (1984) observaram que estas sementes germinaram melhor à temperatura alternada de 15-35°C do que à 20-35°C, de forma diferente do observado neste trabalho.

A possibilidade de diminuição do tempo para conclusão do teste de germinação de *B. brizantha* também foi observada por Dias e Alves (2001 a), que verificaram que o teste poderia ser encerrado aos 10 dias da instalação. A necessidade de maiores estudos para esta espécie também está indicada nas R. A. S. onde a *B. brizantha* está assinalada com a letra B, o que significa que a espécie está sendo testada no Brasil, mas a metodologia não está consagrada, portanto ela é passível de maiores estudos e alterações (BRASIL, 1992).

Resultados similares em outras espécies de gramíneas foram observados para *P. maximum*, nos quais o teste de germinação pode ser reduzido de 28 dias após a instalação do teste, para: 21 dias por Ortolani e Usberti (1981), 14 dias, por Usberti (1981), e 7 dias por Dias e Alves (2001a). Para *Paspalum notatum* foi possível reduzir o tempo do teste de germinação de 28 dias para 14 dias após a instalação (MAEDA e PEREIRA, 1997).

A partir dos resultados da resolução das equações ajustadas observou-se que a contagem final poderá ser realizada, para o método com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, no 11° e 13° dia após a instalação do teste; no método com KNO<sub>3</sub>, no 13° e 15° dia após a instalação do teste e no ausente, no 16° e 18° dia após a instalação do teste, para as temperaturas de 20-35°C e 15-35°C, respectivamente (Tabela 10). Essas datas de contagem final são anteriores que as recomendadas pelas R.A.S. (BRASIL, 1992).

## **4.2 Segunda etapa**

### **4.2.1 Teor de água**

Os resultados das análises do teor de água das sementes dos lotes de alto, médio e baixo vigor, utilizados na segunda etapa, foram 9,0% e 14,5% para os lotes de alto vigor, 8,7% e 16,9% para os lotes de médio vigor e 8,9% e 15,2% para os lotes de baixo vigor, para o teor de água antes e após a escarificação com  $H_2SO_4$ , respectivamente.

Os valores para o teor de água antes e após a escarificação com  $H_2SO_4$  são estatisticamente diferentes, sendo que para as sementes escarificadas o teor de água foi significativamente maior.

Isso ocorreu devido ao modo como é realizado o tratamento, assim como foi observado na primeira etapa da pesquisa. Essa embebição inicial das sementes escarificadas provocou maior velocidade de germinação, se comparada às sementes não escarificadas, entretanto, como este é um método proposto pela R.A.S. (BRASIL, 1992), corresponde à realidade encontrada nos laboratórios de análise de sementes.

### **4.2.2 Teste de germinação**

#### **4.2.2.1 Porcentagem de germinação**

Os resultados da porcentagem de germinação para os lotes de alto, médio e baixo vigor estão apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13 respectivamente. Foi possível observar diferenças significativas entre os métodos de superação de dormência, contudo não houve interação entre métodos e temperaturas, semelhante aos resultados observados na primeira etapa, para a análise do parâmetro  $\alpha$ .

Os lotes de alto vigor (Tabela 11) apresentaram a maior porcentagem de germinação para o método  $H_2SO_4$ , seguido pelo  $KNO_3$  e pelo ausente, que não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 11 – Dados médios de germinação (%), dos lotes de alto vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Alto Vigor			
Germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	90	91	91 a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	83	83	83 b
Ausente	81	82	82 b
Média geral por temperatura	85 A <sup>1</sup>	85 A	-
CV%	5,20		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os lotes de médio vigor (Tabela 12), a porcentagem de germinação para o método H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi maior que para o KNO<sub>3</sub> e ambos não diferiram do ausente.

Tabela 12 – Dados médios de germinação (%), dos lotes de médio vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Médio Vigor			
Germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76	78	77 a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	73	68	70 b
Ausente	73	74	74 ab
Média geral por temperatura	74 A <sup>1</sup>	73 A	-
CV%	11,24		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nos lotes de baixo vigor (Tabela 13), de forma diferente dos lotes de alto e médio vigor, o método  $\text{KNO}_3$  apresentou o maior valor de porcentagem de germinação que o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e ambos não diferiram do ausente. Isto ocorreu pois a germinação das sementes de baixo vigor foi favorecida pela entrada de oxigênio, estimulada por este tratamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Além disso o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pode causar efeito deteriorativo e prejudicar a germinação das sementes (PREVIERO et al., 1998b).

A partir destes resultados, verificou-se que as diferenças de vigor entre lotes resultaram em diferentes respostas a utilização ou não dos métodos para superação de dormência com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{KNO}_3$ , como observado por Oliveira e Mastrocola (1983), Garcia e Cícero (1992) e Dias e Alves (2001a), que constataram que a resposta aos tratamentos para superar a dormência pode variar de acordo com a idade e histórico das sementes, condições de armazenamento, entre outros fatores, podendo não ter efeito, aumentar ou ainda prejudicar a germinação das sementes de *B. brizantha*.

Tabela 13 – Dados médios de germinação (%), dos lotes de baixo vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Baixo Vigor			
Germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
$\text{H}_2\text{SO}_4$	49	52	50 b <sup>1</sup>
$\text{KNO}_3$	61	55	57 a
Ausente	52	50	51 ab
Média geral por temperatura	54 A <sup>1</sup>	53 A	-
CV%	15,30		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4.2.2.2 Primeira contagem do teste de germinação

Os resultados da primeira contagem do teste de germinação, realizada aos 7 dias após a instalação do teste e que podem ser interpretados como velocidade de germinação, apresentaram diferença significativa para os métodos de superação de dormência e para as temperaturas, mas não houve interação significativa entre esses dois fatores, para os lotes de alto (Tabela 14), médio (Tabela 15) e baixo vigor (Tabela 16), de modo semelhante ao observado na primeira etapa para a análise do parâmetro  $\gamma$ .

Entre as temperaturas, a condição de 20-35°C apresentou maior velocidade de germinação que 15-35°C, para os lotes de alto, médio e baixo vigor, de forma semelhante ao observado na primeira etapa.

Entre os métodos de superação de dormência, para os lotes de alto e médio vigor (Tabelas 14 e 15, respectivamente), o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> proporcionou o maior valor de primeira contagem do teste de germinação, ou seja, a maior velocidade de germinação que o KNO<sub>3</sub> e o ausente, sendo que esses dois últimos não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 14 – Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de alto vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Alto Vigor			
Primeira contagem do teste de germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	77	87	82 a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	61	70	66 b
Ausente	53	69	61 b
Média geral por temperatura	64 B <sup>1</sup>	76 A	-
CV%	11,15		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 15 – Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de médio vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Médio Vigor			
Primeira contagem do teste de germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	64	71	68 a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	53	61	57 b
Ausente	52	61	56 b
Média geral por temperatura	56 B <sup>1</sup>	64 A	-
CV%	14,94		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os lotes de baixo vigor (Tabela 16), o método KNO<sub>3</sub> apresentou o maior valor, seguido pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e pelo ausente, que não diferiram estatisticamente entre si. O KNO<sub>3</sub> acelerou a germinação das sementes de baixo vigor, pela sua capacidade de estimular a via pentose fosfato, e dessa forma favorecer o início das reações metabólicas que culminam no fornecimento de energia e matéria prima para o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Tabela 16 – Dados médios de primeira contagem do teste de germinação (%), dos lotes de baixo vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Baixo Vigor			
Primeira contagem do teste de germinação (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	42	36 b <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	42	47	45 a
Ausente	28	40	34 b
Média geral por temperatura	33 B <sup>1</sup>	43 A	-
CV%	18,19		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4.2.2.3 Plântulas anormais e sementes mortas

Os dados de porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação não apresentaram interação entre os tratamentos; apenas entre métodos de superação de dormência se observou diferença significativa, para os lotes de alto e de baixo vigor (Tabelas 17 e 19, respectivamente). Para os lotes de médio vigor não houve diferença significativa para métodos e nem para temperaturas (Tabela 18).

Nos lotes de alto vigor (Tabela 17), a porcentagem de plântulas anormais foi maior para o ausente que para o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ambos não diferiram do KNO<sub>3</sub>. Entretanto, não se pode considerar que essa diferença tenha influenciado os resultados já que foi de apenas 1%.

Tabela 17 – Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de alto vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Alto Vigor			
Plântulas Anormais (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	1	2 b <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	2	3	2 ab
Ausente	3	4	3 a
Média geral por temperatura	2 A <sup>1</sup>	3 A	-
CV%	33,68		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 18 – Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de médio vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Médio Vigor			
Plântulas Anormais (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	3	3 a <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	3	3	3 a
Ausente	2	3	3 a
Média geral por temperatura	3 A <sup>1</sup>	3 A	-
CV%	33,50		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os lotes de baixo vigor, de forma diferente do observado nos lotes de alto vigor, o método  $H_2SO_4$  apresentou a maior porcentagem de plântulas anormais, seguido do  $KNO_3$  e do ausente, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 19). Isso ocorreu devido ao efeito deteriorativo que o ácido pode ter causado em algumas sementes (PREVIERO et al., 1998b), o que provocou também a menor germinação das sementes escarificadas (Tabela 13).

Deve-se ressaltar que a porcentagem de plântulas anormais para o método com  $KNO_3$  e para o ausente foram semelhantes, independente do vigor do lote.

Tabela 19– Dados médios de plântulas anormais (%) do teste de germinação de lotes de baixo vigor, de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Baixo Vigor			
Plântulas Anormais (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
$H_2SO_4$	9	10	9 a <sup>1</sup>
$KNO_3$	3	4	3 b
Ausente	2	4	3 b
Média geral por temperatura	5 A <sup>1</sup>	6 A	-
CV%	30,99		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados de porcentagem de sementes mortas mostraram diferenças significativas entre os métodos de superação de dormência, mas não entre temperaturas e também não houve interação entre esses dois fatores para lotes de alto, médio e baixo vigor (Tabelas 20, 21 e 22, respectivamente).

Nos lotes de alto vigor, o método com  $H_2SO_4$  apresentou menor porcentagem de sementes mortas que o  $KNO_3$  e o ausente, que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 20).

Tabela 20 – Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de alto vigor de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Alto Vigor			
Sementes mortas (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8	8	8 b <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	16	14	15 a
Ausente	16	14	15 a
Média geral por temperatura	13 A <sup>1</sup>	12 A	-
CV%	18,65		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os lotes de médio vigor, o método com KNO<sub>3</sub> apresentou maior porcentagem de sementes mortas que o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ambos não diferiram estatisticamente do ausente (Tabela 21).

Tabela 21 – Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de médio vigor de sementes de *B. brizantha*, segundo método de superação de dormência e temperatura (segunda etapa).

Lotes de Médio Vigor			
Sementes mortas (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21	19	20 b <sup>1</sup>
KNO <sub>3</sub>	25	29	27 a
Ausente	24	23	24 ab
Média geral por temperatura	23 A <sup>1</sup>	24 A	-
CV%	20,92		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Já os lotes de baixo vigor, apresentaram menor porcentagem de sementes mortas para o método com  $\text{KNO}_3$  que para o ausente e ambos não diferiram estatisticamente do  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Tabela 22).

Deve-se destacar que o método com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , de forma geral, apresentou baixa porcentagem de sementes mortas, para os lotes de alto, médio e baixo vigor, indicando que este tratamento não foi prejudicial para as sementes de *B. brizantha*. A alta porcentagem de sementes mortas apresentada pelos lotes de baixo vigor foi devido às próprias características dos lotes.

Tabela 22 – Dados médios de sementes mortas (%) verificadas no teste de germinação de lotes de baixo vigor de sementes de *B. brizantha*, segundo métodos de superação de dormência e temperaturas (segunda etapa).

Lotes de Baixo Vigor			
Sementes mortas (%)			
Método	Temperatura (°C)		Média geral por método
	15-35	20-35	
$\text{H}_2\text{SO}_4$	42	38	40 ab <sup>1</sup>
$\text{KNO}_3$	37	41	39 b
Ausente	46	45	46 a
Média geral por temperatura	42 A <sup>1</sup>	42 A	-
CV%	10,97		

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula para métodos e maiúsculas para temperaturas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A união da porcentagem de plântulas anormais e da porcentagem de sementes mortas do teste de germinação representam a frequência populacional das sementes que desprovidas de dormência, não se mostraram aptas a originar plântulas normais (MARTINS, 1996). Apesar de se observar diferenças estatísticas entre os métodos para esse parâmetro, essas diferenças não devem ser consideradas como um fator que possa ter

influenciado os resultados da segunda etapa do trabalho, já que essas sementes não teriam capacidade de germinar mesmo que ficassem por um tempo maior no germinador.

#### **4.2.2.4 Sementes vivas após o término do teste de germinação**

A porcentagem de sementes vivas após o término do teste de germinação na data definida na primeira etapa, identificadas através do teste de tetrazólio, para os lotes de alto, médio e baixo vigor, apresentaram valores estatisticamente iguais a zero.

Assim, pode-se considerar que esse resultado não prejudica a data de contagem final estabelecida na primeira etapa do trabalho, já que foi possível para todas as sementes expressarem seu potencial germinativo neste período. Dessa forma observou-se que a redução do tempo recomendado pelas R.A.S. (BRASIL, 1992) para a conclusão do teste de germinação é viável para lotes de alto, médio e baixo vigor para os métodos de superação de dormência e temperaturas estudados nesta pesquisa.

### **4.3 Considerações finais**

Os resultados apresentados demonstraram que o teste de germinação para sementes de *B. brizantha* pode ser concluído em menor tempo que o recomendado pelas Regras para Análise de Sementes – R.A.S. (BRASIL, 1992), que é de 21 dias, independente dos métodos para superação de dormência ( $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$  e Ausente) e das temperaturas (15-35°C e 20-35°C) estudados nesta pesquisa e recomendadas pelas R.A.S. (BRASIL, 1992).

De acordo com as R.A.S. (BRASIL, 1992), no final do período do teste, se algumas sementes apenas iniciaram a germinação, este poderá ser prolongado por mais sete dias ou por até a metade do período indicado, para os testes mais demorados. Esta regra aplica-se também aos resultados obtidos neste estudo, de modo independente dos métodos para superação de dormência e das temperaturas estudados nesta pesquisa.

Quanto à primeira contagem, as R.A.S. (BRASIL, 1992) sugerem que a leitura seja realizada no período intermediário entre o início da semeadura e a contagem final, ou seja, na metade do período, sendo que fica a critério do analista a necessidade da realização ou não de mais de uma contagem antes da final.

Visto que não houve diferença entre as temperaturas testadas para a porcentagem de germinação, as temperaturas alternadas de 15-35°C e de 20-35°C podem ser consideradas favoráveis para a germinação de sementes de *B. brizantha* cv. Marandu, semelhante ao que recomendam as R.A.S. (BRASIL, 1992). Entretanto, a alternância de temperatura de 20-35°C apresentou maior velocidade de germinação e menor variabilidade entre as repetições, sendo portanto a mais adequada para a condução do teste de germinação desta espécie.

Os lotes de alto, médio e baixo vigor da segunda etapa apresentaram resultados diferentes quanto ao método de superação de dormência para a porcentagem de germinação no tempo. Dessa forma pode-se inferir que a resposta dos lotes aos métodos pode variar de acordo com as características específicas de cada lote.

Quanto aos métodos para superação de dormência, a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, é o método mais promissor para a realização de testes de germinação de *B. brizantha* cv. Marandu, visto ter promovido, na maioria dos casos, as maiores porcentagem e velocidade de germinação.

## 5 CONCLUSÕES

O teste de germinação de *B. brizantha* cv. Marandu pode ser concluído em menor tempo que o recomendado pela R.A.S., independente do método de superação de dormência ( $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$  e Ausente) e das temperaturas (15-35°C e 20-35°C) estudados nesta pesquisa e recomendadas pelas R.A.S., para lotes de alto, médio e baixo vigor.

O método de superação de dormência e a temperatura que resultaram na maior germinação no menor tempo foram a escarificação das sementes com  $H_2SO_4$  e a temperatura alternada de 20-35°C, que possibilitaram o encerramento do teste 11 dias após a sua instalação.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; XAVIER, D.F. **As principais espécies de *Brachiaria* utilizadas no país.** Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 22).

ANDRADE, R.P. de. Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 49-71.

ATALLA, L.M.P; TOSELO, J. Observações sobre dormência em duas espécies de *Brachiaria*: *B. decumbens* e *B. humidicola* em condições de laboratório. **Científica**, Jaboticabal, v.7, n.3, p.353-355, 1979.

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 N.º 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 Agrônômicas - 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**, Piracicaba, v.41, n.236, p.451-458, 1994.

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***. Londrina: IAPAR, 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.

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.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Alternativas para a manutenção da umidade do substrato durante o teste de germinação de *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13, 2003, Gramado. **Anais... Informativo Abrates**, Londrina, v.13, n.3, p. 171, 2003.

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.

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.

MACEDO, E.C.; GROTH, D.; LAGO, A.A. Efeito de escarificação com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Brachiaria humidicola* (RENDLE) SCHWEICK. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p. 455-460, 1994.

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. **Superação da dormência em sementes de *Panicum maximum* Jacq.: seleção de métodos para aplicação em escala industrial**. Piracicaba, 1996. 63f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

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.

MARTINS, L.; LAGO, A.A. Germinação e viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p. 262-266, 1996.

MARTINS, L.; SILVA, W.R.; LOT, R.C.; MALAVOLTA, V.M. Tratamentos térmicos e superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10, 1997, Curitiba. **Anais... Informativo Abrates**, Londrina, v.7, n.1/2, p.245, 1997.

MARTINS, L.; SILVA, W.R.; ALMEIDA, R.R. Sanidade em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p. 117-120, 2001.

MESCHEDE, D.K.; SALES, J.G.C.; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. Tratamentos para superação de dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p. 76-81, 2004.

MONTÓRIO, G.A.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; OLIVEIRA, V.R. Avaliação de métodos para superação da dormência das sementes de capim braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). **Revista UNIMAR**, Maringá, v.19, n.3, p.797-809, 1997.

OLIVEIRA, P.R.P.; MASTROCOLA, M.A. *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schwickerdt: observações acerca da viabilidade de suas sementes. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.40, n.1, p.49-53, 1983.

OLIVEIRA, P.R.P.; MASTROCOLA, M.A. Longevidade das sementes de gramíneas forrageiras tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, 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.

PIMENTEL - GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", 1973. 430p.

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 Agrônomicas - 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 Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1997.

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

PREVIERO, C.A.; GROTH, D.; RAZERA, L.F. Secagem ao sol e qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.296-300, 1998a.

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, 1998b.

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.

SÃO PAULO (Estado). Secretária de Agricultura e Abastecimento. Agência de Defesa Agropecuária. **Relatório da Produção de Sementes**. São Paulo, 2002. Não paginado.

SOARES FILHO, C.V. Recomendação de espécie e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

SOUZA, F.H.D. Maturação e colheita de sementes de plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.1, p. 143-158, 1981.

SOUZA, F.H.D. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43p. (Documentos, n.º 30)

USBERTI, R. Nova metodologia para teste de germinação de sementes de capim-colômbio. **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.

VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F. da.; BARROS, R.S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.10, n.2, p.143-148, 1998.

VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.da e BARROS, R.S. pH and gibberelic acid overcome dormancy of seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, n.1, p.51-54, 1999.