



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-Graduação em Agronomia

**“Fatores envolvidos na qualidade fisiológica
de sementes de *Brachiaria brizantha*”**

Eng^a. Agr^a. Eliana Duarte Cardoso

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha
Solteira, para obtenção do título de
Doutora em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

DOCTORADO

Ilha Solteira – SP

25/02/2011

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**"Estudo dos fatores envolvidos na qualidade fisiológica
de sementes de *Brachiaria brizantha*"**

Eng^a. Agr^a. Eliana Duarte Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Ilha Solteira – SP
Fevereiro/2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

C268f Cardoso, Eliana Duarte.
Fatores envolvidos na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* / Eliana Duarte Cardoso. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011.
117 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de produção, 2011

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. Sementes – Fisiologia. 2. cv. MG5-vitória. 3. Escarificação química. 4. Sementes – Envelhecimento. 5. Envelhecimento artificial. 6. Plantas – Reguladores. 7. Reguladores vegetais.

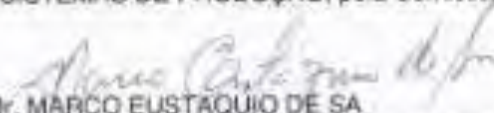
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Fatores envolvidos na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiana brizantha*

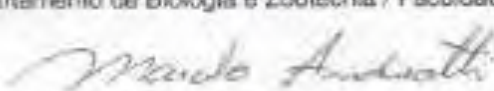
AUTORA: ELIANA DUARTE CARDOSO

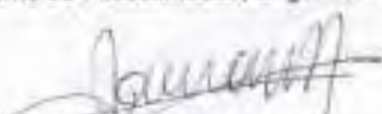
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

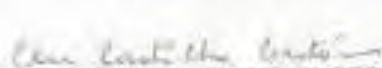
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. VALDEMIR ANTONIO LAURA
Departamento de Fisiologia da Produção / EMBRAPA Gado de Corte


Prof. Dra. CECI CASTILHO CUSTODIO
Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade Estadual do Centro Oeste

Data da realização: 25 de fevereiro de 2011.

Ofereço

Primeiramente a Deus e aos meus queridos pais, pelo carinho, apoio, amor e pela oportunidade de mais uma conquista

Wilson Alvez Cardoso

Aparecida Duarte Cardoso

Dedico

Aos meus irmãos e cunhada

Reinaldo Ap. Duarte Cardoso

Cristiane Duarte Cardoso

Maria de Souza M. Cardoso

Ao meu sobrinho

Luiz Gabriel Cardoso Novaes

Ao meu noivo

Flávio Ferreira da Silva Binotti

Minha eterna gratidão

A todos os meus ex-professores, especialmente àqueles mediadores da minha formação em Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira.

Agradecimentos Especiais

A Deus, pela minha vida e oportunidades que tem me proporcionado; aos meus pais, exemplos de honestidade e dignidade, pelo sacrifício, amor e dedicação durante minha vida e; ao meu noivo Flávio Ferreira da Silva Binotti pela dedicação, apoio, compreensão, incentivo e auxílio, que contribuíram muito para esse momento importante da minha vida e em todos os outros momentos de dificuldade.

Aos meus irmãos Reinaldo Ap. Duarte Cardoso e Cristiane Duarte Cardoso, minha cunhada Maria de Souza Monteverde Cardoso e meu sobrinho Luiz Gabriel Cardoso Novaes pelos conselhos, incentivo, amor e carinho em todos os momentos da minha vida. Sinto-me grata a Deus por ele ter colocado vocês em minha vida, como minha família ... como minha base.

A Carlos Binotti Filho e Josefa Ferreira da Silva pelo carinho e amor que sempre me deram; e a Aparecida Silva Urbonas, Eduardo Urbonas e demais familiares, pela valiosa amizade e pelas palavras de incentivo.

A todos os meus familiares pelo apoio e carinho, que contribuiu de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Marco Eustáquio de Sá pela valiosa orientação acadêmica dedicada nos últimos anos que trabalhamos juntos, que me revelou autêntica demonstração de profissionalismo, competência, humildade e confiança, os quais me fizeram amadurecer e me desenvolver profissionalmente, aprendendo tanto com o seu trabalho quanto pela oportunidade de observar sua forma de pensar e agir.

A professora Dr^a. Kuniko Iwamoto Haga pela orientação, amizade, atenção, auxílio prestado e confiança depositada em mim e em meu trabalho; demonstrando-me ao longo desses anos o seu profissionalismo e a quem considero como uma grande amiga.

As técnicas Circélia dos Santos Pereira de Souza Caetano e Simone Aparecida de Oliveira, pelo apoio técnico, pela amizade, companheirismo, atenção e paciência em todos esses anos de trabalho.

Agradecimentos

Aos professores: Dr. Marco Estáquio de Sá, Dr. Kuniko Iwamoto Haga, Dr. Marcelo Andreotti, Dr. Valdemir Antônio Laura e Dr. Ceci Castilho Custódio pela participação na avaliação deste trabalho, contribuindo para torná-lo mais completo, através de suas sugestões e críticas.

Ao Dr. Nelson Barbosa Machado Neto, Dr. Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues e professor Dr. Edson Lazarini por terem aceito o meu convite para fazer parte desta etapa importante da minha vida.

A Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –UNESP, pela oportunidade e formação acadêmica.

Aos técnicos Selma Maria Buzetti de Moraes, Circélia dos Santos Pereira de Souza Caetano, Simone Aparecida de Oliveira, Alexandre Marques da Silva, João Augusto da Paixão, Juarez dos Santos, Sidival Antunes de Carvalho, Carlos Araújo da Silva, Zeneide Ribeiro Campos, João Batista Mariano de Carvalho, José Antonio Augustini, Irineu Brasiliano, José Hernandes Marangoni, Cristiane Gabas Negrão Milan de Sousa, Ronaldo Cintra Lima, Marcelo Rinaldi Silva, Valdecir Alves de Sousa e aos secretários Meiri Sayuri N. M. da Cruz, Angela Maria Marcelino Kato, Clarice Trindade dos Santos, Domingos Pinto Carneiro e Maria Nilda Lofego Otoboni pelos valiosos auxílios e amizade.

Aos e meus queridos amigos Walkyria Lima, Fabiana Taíra, Débora Cristiane Nogueira, Danilo Marcelo Aires do Santos, Alexander Seleguini, Mércia Ikarugi Bonfim Celoto, Fernando Juari Celoto, Talles Eduardo Borges dos Santos, Andréia Cristina Perez Rodrigues, Ana Elisa Lima, Fabiana Abrantes, Lillian de Souza, Ednamar Gabriela Palú, Aline de Souza Caetano, José Aparecido Jorge Júnior, João Édino Rossetto e Mariana Pina pelas palavras de otimismo, incentivo, companheirismo e valiosa amizade.

À Empresa Matsuda Comércio e Indústria Importadora e Exportadora Ltda pela bolsa concedida e aos Eng. Agr. Alberto Takashi Tsuchiko e Pedro Henrique Lorençoni pela confiança e amizade.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FEIS/UNESP.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação.

Aos bibliotecários pela dedicação e atenção dispensadas.

Aos colegas de graduação, mestrado e doutorado e a todos que me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que até neste momento não foram lembrados, porém, jamais esquecidos.

Reflexão

"A vida acadêmica é essencial para nos mostrar a base teórica da profissão que queremos seguir, mas somente na prática do dia-a-dia é que colocaremos a prova tudo aquilo que os mestres nos ensinaram e muitas vezes veremos que não era bem daquela maneira."

"A vida é um longo caminho que começamos a trilhar desde o primeiro dia, no começo engatinhando, depois caminhando passo a passo até conquistarmos a confiança necessária para correr, sim, correr, pois o caminho é longo e o sucesso não espera."

"Sorte é o que acontece quando a preparação encontra a oportunidade."

"O sucesso é a soma de pequenos esforços - repetidos dia sim, e no outro dia também."

"Qual seu limite? Quais os obstáculos que se apresentam em seu caminho? Você é que faz seu destino, você que estipula seus limites. Os obstáculos, esses existem, mas nunca são intransponíveis, tudo depende de sua motivação pessoal, de seu otimismo em relação a vida."

"Superar o fácil não tem mérito, é obrigação; vencer o difícil é glorificante; ultrapassar o outrora impossível é esplendoroso."

"Perseverança é o trabalho duro que você faz depois de ter se cansado de fazer o trabalho duro que você já fez."

"Evitamos muitos erros quando temos a humildade de aprender com a experiência dos outros. "

"Mesmo para um grande sábio, não é vergonha alguma aprender sempre mais, inclusive a mudar de opinião."

"A boa educação é moeda de ouro, em toda parte tem valor. "

CARDOSO, E. D. **Estudo dos fatores envolvidos na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha***. 2011. 123f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 20011.

Autor: Eng^a. Agr^a. Eliana Duarte Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Resumo: O uso de sementes de *Brachiaria brizantha* tem aumentado, no entanto a qualidade fisiológica das sementes disponibilizadas ao produtor é ainda um fator limitante para um bom desempenho das culturas. O objetivo do trabalho foi verificar os efeitos do condicionamento fisiológico (CF), escarificação química e diferentes períodos de envelhecimento artificial na qualidade fisiológica, superação de dormência e lixiviação de íons no exsudato do teste de condutividade elétrica, em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da Unesp - Campus de Ilha Solteira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados e o estudo foi constituído por três experimentos. Experimento 1 – verificou-se o efeito do condicionamento osmótico (CO) com soluções mistas constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução com nutriente ou regulador de crescimento ou bioestimulante e associação entres eles. Experimento 2 – verificou-se os efeitos de diferentes períodos de envelhecimento artificial. Experimento 3 – verificou-se os efeitos da escarificação química, diferentes períodos de envelhecimento artificial e CF. Conclui-se que o aumento dos teores de potássio e cálcio nas sementes é proporcionado através do CO com KNO₃ e Ca(NO₃)₂, respectivamente. A escarificação química é um método eficaz para superação de dormência, porém as sementes apresentam menor potencial de armazenamento. A utilização da escarificação com um período curto de exposição à alta temperatura e umidade é eficaz para o aumento da expressão do vigor e superação de dormência das sementes. O CF com KNO₃ atua positivamente na qualidade fisiológica das sementes e proporciona menor perda de constituintes celulares. O lixiviado de potássio parece ser um parâmetro adequado para a identificação da qualidade fisiológica de sementes escarificadas de *B. brizantha*.

Palavras-chave: cv. MG-5 Vitória. Condicionamento fisiológico. Escarificação química. Envelhecimento artificial e KNO₃.

CARDOSO, E. D. **Study of factors involved in the physiological quality of seeds *Brachiaria brizantha***. 2011. 123f. Thesis (Doctor) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 2011.

Author: Eng. Agr. Eliana Duarte Cardoso

Adviser: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Abstract: The use of *Brachiaria brizantha* seeds has been increased, yet the physiological quality of seed available to farmer is still a limiting factor for good crop performance. The objective was to investigate the effects of priming, chemical scarification and different periods of artificial aging on physiological quality, dormancy and leaching of ions in the exudate of the electrical conductivity test seeds of *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis - Unesp Ilha Solteira. The experimental design was completely randomized and the study consisted of three experiments. Experiment 1 - it has the effect of priming mixed solutions consisting of polyethylene glycol 8000 + with nutrient solution or growth regulator or plant growth regulator and association among them. Experiment 2 - it has the effect of different periods of artificial aging. Experiment 3 - it has the effect of chemical scarification, different periods of aging and priming. We conclude that increased levels of potassium and calcium in the seed provided by the priming with KNO_3 and $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, respectively. Chemical scarification is an effective method for breaking dormancy, but the seeds have a lower storage potential. The use of scarification with a short period of exposure to high temperature and humidity is effective to increase the expression of vigor and dormancy of seeds. Priming with KNO_3 acts positively on seed physiological quality and provides lower loss of cellular constituents. The leaching of potassium seems to be a suitable parameter for identifying the physiological quality of seeds scarified *B. brizantha*.

Words key: cv. MG-5 Vitória. Priming. Chemical scarification. Artificial aging and KNO_3 .

Lista de figuras

Capítulo I

<i>FIGURA I - 1. Esquema geral das etapas e principais eventos do condicionamento fisiológico (BRADFORD, 1999 citado por MARCOS FILHO, 2005).</i>	<i>42</i>
--	------------------

Capítulo III

FIGURA III - 1. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o grau de umidade (%) de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	81
FIGURA III - 2. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a primeira contagem de germinação aos 7 dias (%) de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	82
FIGURA III - 3. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o índice de velocidade de germinação de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	82
FIGURA III - 4. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e viabilidade das sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5 pelo teste de tetrazólio. Ilha Solteira (SP), 2009.....	84
FIGURA III - 5. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a primeira contagem de emergência aos 7 dias (%) de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	85
FIGURA III - 6. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a emergência em vaso (%) de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	85
FIGURA III - 7. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o índice de velocidade de emergência de sementes de <i>B. brizantha</i> cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....	86

Capítulo IV

- FIGURA IV - 1. Grau de umidade das sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 escarificada e não escarificada em função dos períodos de envelhecimento artificial. Ilha Solteira (SP), 2010.....98**
- FIGURA IV - 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a primeira contagem de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.99**
- FIGURA IV - 3. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao índice de velocidade de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.101**
- FIGURA IV - 4. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teste de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.102**
- FIGURA IV - 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente as sementes remanescentes mortas do teste de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.103**
- FIGURA IV - 6. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a primeira contagem da emergência em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv.**

MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.105

FIGURA IV - 7. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a emergência em vaso em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.106

FIGURA IV - 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao índice de velocidade de emergência em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.108

FIGURA IV - 9. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a massa fresca de plântulas em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.108

FIGURA IV - 10. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a condutividade elétrica em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.109

FIGURA IV - 11. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teor de potássio (μg) lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada

período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....112

FIGURA IV - 12. *Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teor de zinco (μg) lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em sementes de B. brizantha cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....114*

Lista de tabelas

Capítulo II

- TABELA II - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica e química inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2009.63**
- TABELA II - 2. Grau de umidade das sementes após o condicionamento osmótico, primeira contagem de germinação (7 dias), teste de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) em função do condicionamento osmótico em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....67**
- TABELA II - 3. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em sementes *B. brizantha* cv. MG-5, após o condicionamento osmótico. Ilha Solteira (SP), 2009.....68**
- TABELA II - 4. Média da germinação após o condicionamento osmótico com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entres eles em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.69**

Capítulo III

TABELA III - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2010.77

TABELA III - 2. Valores médios de *F*, níveis de significância e coeficiente de variação de grau de umidade, primeira contagem de germinação (7 dias), índice de velocidade de germinação, teste germinação, viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio, primeira contagem de emergência (7 dias), emergência em vaso e índice de velocidade de emergência de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....80

TABELA III - 3. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a germinação de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.....83

Capítulo IV

- TABELA IV - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2010.94**
- TABELA IV - 2. Primeira de contagem de germinação (7 dias), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação e sementes mortas remanescentes do teste de germinação em função do condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.100**
- TABELA IV - 3. Sementes viáveis remanescentes do teste de germinação em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010..104**
- TABELA IV - 4. Primeira contagem de emergência em vaso (7 dias), emergência em vaso (21 dias), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca de plântulas em função do condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.107**
- TABELA IV - 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente condutividade elétrica em função da escarificação química e condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.....110**
- TABELA IV - 6. Teores de zinco e potássio lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.....113**
- TABELA IV - 7. Teores de ferro, magnésio, cálcio e manganês lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.....115**

Lista de abreviaturas

ABA – Ácido abscísico

B. brizantha – *Brachiaria brizantha*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – Nitrato de Cálcio

DNA – Ácido Desoxirribonucléico

G% - Porcentagem de germinação

GA_3 – Ácido Giberélico

IBA - Ácido indol butírico

IVE – Índice de velocidade de emergência

IVG – Índice de velocidade de germinação

CIN – Cinetina

KNO_3 – Nitrato de Potássio

NAD(P) – Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato oxidada

NAD(P)H – Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato reduzida

P% - Porcentagem de pureza

PEG 8000 – Polietileno glicol 8000

RNA – Ácido Ribonucléico

VC – Valor cultural

Lista de siglas

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

UNESP - Universidade Estadual Paulista

ISTA – International Seed Testing Association

AOSA - Association of Official Seed Analysts



Sumário

CAPÍTULO I. Considerações gerais.	21
1. Introdução.....	21
2. Revisão Bibliográfica.....	23
2.1. Informações sobre a <i>Brachiaria</i>	23
2.2. Qualidade fisiológica da semente	25
2.3. Qualidade fisiológica de semente de <i>Brachiaria</i>	41
2.4. Interferência do condicionamento fisiológico	42
2.5. Interferência da temperatura	48
2.6. Interferência da escarificação química	49
3.Referências.....	52
CAPÍTULO II. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> em função do condicionamento osmótico com nutrientes e/ou reguladores de crescimento.	59
1. Introdução.....	61
2. Material e métodos	63
3. Resultados e discussão.....	66
4. Considerações finais	70
5. Referências.....	71
CAPÍTULO III - Períodos de envelhecimento artificial na qualidade fisiológica de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i>.	73
1. Introdução.....	75
2. Material e métodos	77
3. Resultados e discussão.....	80
4. Considerações finais	87
5. Referências.....	88
CAPÍTULO IV - Desempenho fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> com emprego da escarificação com ácido sulfúrico, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico KNO₃.	73
1. Introdução.....	92
2. Material e métodos	94
3. Resultados e discussão.....	98
4. Considerações finais	117
5. Referências.....	118
CAPÍTULO V. Conclusões	120

CAPÍTULO I. Considerações gerais

1. Introdução

O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo e dos 851 milhões de hectares em uso atualmente, os pastos ocupam 24,7% (BERTUCCI NETO, 2010). O país exporta sementes de forrageiras tropicais com valor cultural em torno de 80% para cerca de 40 países e passou a ser o maior produtor e exportador dessas sementes do mundo. A expansão das áreas de pastagens cultivadas com espécies do gênero *Brachiaria* tem aumentado no Brasil, quando comparada com outras forrageiras e vem ganhando espaço, principalmente por ser rústica, permitindo adaptação as mais variadas condições, tanto de clima quanto de solo.

Para a formação de uma pastagem de qualidade não basta somente manejo adequado, mas também o uso de sementes com alta qualidade fisiológica, física, sanitária e pureza, porém, um dos principais obstáculos que algumas espécies vêm apresentando é a dormência, como é o caso da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. Carvalho e Nakagawa (2000) destacaram que sementes dormentes são aquelas que, embora viáveis, não germinam mesmo em condições apropriadas, com fornecimento de temperatura favorável e adequado suprimento de água e oxigênio. O estado de dormência da semente afeta a velocidade de emergência das plantas no campo, levando a um estande desuniforme, o que retarda a formação da pastagem e favorece o aparecimento de plantas daninhas (ARAUJO et al., 1996).

A grande maioria de trabalhos realizados para a superação de dormência de sementes de *Brachiaria* menciona o tratamento com ácido sulfúrico e, segundo Marcos Filho (2005), o mesmo é utilizado por promover a permeabilidade do tegumento à água e as trocas gasosas. A escarificação química é um método utilizado nos lotes de sementes de *B. brizantha* comercializados, todavia, apresenta riscos aos trabalhadores e ao meio ambiente e, além disso, pode promover danos às sementes.

Em *B. brizantha*, a expressão da dormência se associa a causas físicas, provavelmente relacionadas a restrições impostas pela cobertura da semente (Iema,

pálea, pericarpo e tegumento) à entrada de oxigênio e/ou causas fisiológicas presentes em sementes recém-colhidas, progressivamente suprimidas durante o armazenamento; assim, o envelhecimento artificial pode ser um método capaz de superar a dormência. Segundo Meschede et al. (2004) o envelhecimento artificial é uma tecnologia eficiente para superação de dormência de sementes de capim-braquiária cultivar Marandu, contudo o período de exposição pode variar com a qualidade inicial do lote.

Alguns procedimentos de pré-tratamento não estão diretamente relacionados com a dormência das sementes, mas são realizados com o objetivo de acelerar o processo de germinação ou promover o estabelecimento das plântulas. Métodos de pré-tratamento, muitas vezes têm de ser ajustados para cada espécie e lotes de sementes com base na experiência e pesquisa. Hormônios e compostos nitrogenados podem ajudar na superação de dormência em certas condições e podem, simultaneamente, ter um impacto direto na germinação. No condicionamento, as sementes são tratadas de maneira que se inicie o processo de germinação, sem que ocorra a protrusão da radícula (LARS, 2002). Respostas variadas e atuação do KNO_3 no condicionamento fisiológico das sementes são encontradas na literatura, necessitando de novos estudos do mesmo.

A eficiência da formação de uma pastagem está intimamente ligada com o uso de sementes com alta qualidade. Assim, pesquisas para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes e superação da dormência são de extrema importância para a sustentabilidade do sistema de produção devido a dormência nas sementes de várias espécies cuja natureza, intensidade e persistência não estão suficientemente esclarecidas.

Assim, considerando a importância de sementes do gênero *Brachiaria*, tanto para a produção como para a comercialização no mercado interno e externo, há uma necessidade de busca de informações sobre a *Brachiaria brizantha* e qualidade fisiológica das sementes. Desta forma, o trabalho teve por objetivo estudar os fatores envolvidos na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória envolvendo o condicionamento fisiológico, envelhecimento artificial e escarificação química.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Informações sobre a *Brachiaria*

Diversas são as espécies de gramíneas forrageiras tropicais que se apresentam como opções para a formação de pastagens no Brasil (MONTEIRO et al., 1995). As pastagens são as mais baratas e práticas fontes de alimento para os rebanhos em quase todas as regiões do Brasil, tendo uma maior importância na região centro-oeste. No entanto, para alimentar eficientemente os animais, as pastagens devem fornecer quantidades adequadas de forragem de alta qualidade e para obtê-la, é necessário que a implantação seja eficiente e para isto, está intimamente relacionada com qualidade de sementes.

Segundo Pereira et al. (2003), com base na experiência da produção comercial de cultivares australianas, a Embrapa introduziu grandes coleções de germoplasma de *Brachiaria*, *Panicum* e outras, dando início a um programa de melhoramento de forrageiras tropicais. Estas coleções possibilitaram a seleção de materiais genotípicos propagados por sementes, com elevado potencial produtivo de forragem, maior distribuição estacional da produção, adaptação às áreas de baixa fertilidade, principalmente na região dos Cerrados e resistência ou tolerância às pragas.

As gramíneas do gênero *Brachiaria* são consideradas as principais espécies cultivadas de forrageiras tropicais. Somente na região dos Cerrados, as espécies deste gênero somam 51 milhões de hectares, constituindo 85% das gramíneas forrageiras cultivadas neste ecossistema (MACEDO, 2005). Lupatini (2010) citou que novas cultivares de *Brachiaria brizantha* foram lançadas comercialmente nos últimos anos, sendo necessária a geração de informações de pesquisa sobre produção, manejo e qualidade desses materiais. Segundo Macedo (1995), esse gênero vem impondo-se pela notável capacidade de domínio ecológico em solos ácidos e de baixa fertilidade e podem formar extensos monocultivos. O interesse dos pecuaristas por essas espécies deve-se à capacidade de produção de matéria seca, aos reduzidos problemas fitossanitários, à estabilidade de crescimento durante ano e à ampla adaptabilidade edáfica (CASTRO et al., 1996).

Nas formações das pastagens melhoradas, a *B. brizantha* é a principal espécie do gênero no País, porém, a maioria das espécies de gramíneas forrageiras tropicais possui fatores que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, tais como a desuniformidade na emissão das inflorescências, o florescimento irregular dentro das panículas, o baixo número de sementes férteis, a elevada degrana natural e a dormência das sementes, fenômeno fisiológico que dificulta o estabelecimento uniforme das populações e favorece o surgimento de plantas daninhas na pastagem (BONOME et al., 2006).

A *B. brizantha* é uma gramínea forrageira de grande importância por apresentar elevada produção de forragem e, portanto, elevada produção de massa verde e seca e ser bastante utilizada no sistema plantio direto, boa resposta a aplicação de adubo e tolerância ao déficit hídrico. Macedo (2005) citou que a área ocupada por *B. brizantha* no ecossistema cerrado aumentou de 9,6 milhões de hectares em 1995 para 30 milhões em 2005, representando incremento de 312% em 10 anos. Também, em outras regiões, inclusive na Região Sudeste houve grande crescimento do uso desta espécie, mostrando a importância desta planta forrageira para os sistemas de produção de ruminantes.

A crescente ocupação do cerrado, desde o início dos anos de 1970, impulsionou a produção de sementes, de *Brachiaria decumbens*, em larga escala, o que, poucos anos mais tarde, fez do Brasil o principal produtor, com cerca de 98% da produção mundial de sementes das espécies de *Brachiaria* (HOPKINSON et al., 1996). A produção brasileira de sementes de *Brachiaria* se encontra em torno de 500 a 600 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis e em muitos países, as produtividades raramente atingem 100 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (FRANÇA et al., 2005)

2.2. Qualidade fisiológica da semente

Segundo Castro et al. (2004), as sementes são dependentes de outras partes da planta como fonte de matéria-prima para o crescimento e acúmulo de reservas. Obviamente, as folhas são a fonte primária de açúcares produzidos por meio da fotossíntese; mas, em algumas plantas, os tecidos verdes do fruto também contribuem substancialmente. Somada a fotossíntese, a remobilização de carboidratos e particularmente de aminoácidos (que contém nitrogênio) de outras partes da planta também pode contribuir para o crescimento da semente. Nutrientes minerais são absorvidos pelas raízes e transportados principalmente pelo xilema para os brotos e as folhas e, nesses locais, tais nutrientes são transferidos para a solução do floema e redistribuídos até a semente em desenvolvimento. Todos esses processos são inteiramente dependentes de água e estão em balanço com a sua disponibilidade e com os mecanismos e rotas de absorção e circulação da água dentro da planta, assim a água e os nutrientes se movem da planta-mãe para a semente por um processo metabolicamente ativo (GALLÃO, 2011).

A composição de fluído do floema varia, mas a sacarose é o principal açúcar transportado na maioria das plantas. Nas monocotiledôneas, ela é convertida em glicose e frutose por meio da enzima invertase enquanto é descarregada do floema, sendo em seguida ressintetizada após a absorção pelo embrião ou endosperma. Nas dicotiledôneas, a sacarose geralmente não é quebrada durante a transferência do tegumento para o embrião. O nitrogênio é transportado primariamente como aminoácidos, sobretudo glutamina e asparagina; os nutrientes minerais chegam a semente pelo floema, em alguns casos conjugados a proteínas específicas e o suprimento de assimilados tem um impacto primordial no número de embriões fertilizados que continuam a se desenvolver até a maturidade (CASTRO et al., 2004).

Segundo Buckeridge et al. (2004), essencialmente as reservas são armazenadas dentro e principalmente ao redor de um embrião que pode apresentar difentes níveis de diferenciação. Floss (2008) verificou que a parte vital da semente (o embrião) é uma nova planta em fase embrionária que se acha com o seu desenvolvimento interrompido. Uma nova planta não inicia sua vida como uma

semente, mas sim como uma simples célula (o ovo fertilizado). O novo indivíduo inicia sua existência na dupla fertilização, quando o núcleo espermático masculino do tubo polínico se une com a oosfera (gameta feminino), formando, então, o ovo fertilizado ou zigoto, que é diplóide. Este passa por repetidas divisões celulares, alongação e diferenciação, tornando-se uma “nova planta” (estádio embrionário), que, com suas capas protetoras e suas reservas nutritivas, é chamada de “semente”.

Simpson (1990), Nandi et al. (1995), Shephard et al. (1996) citados por Custódio (2000), Carvalho e Nakagawa (2000), afirmam que o amido, que é, entre os carboidratos, o principal armazenado, até degradar-se em forma solúvel e utilizável (glicose), necessita sofrer a ação de enzimas específicas. As duas enzimas iniciais são a alfa e beta amilase que apresentam atividades complementares. A alfa-amilase age tanto na amilose quanto na amilopectina e as transforma numa complexa mistura de oligossacarídeos solúveis (dextrina). A beta-amilase agindo sobre estes oligossacarídeos liberam unidades de dissacarídeos, a maltose. Esta por sua vez, pela ação da maltase ou alfa-glucosidase, é degradada a glicose. Da glicose obtida, algumas unidades são empregadas na síntese de sacarose, que são translocadas para outras partes, onde podem ser reconvertidas em glicose ou utilizadas diretamente na síntese. A glicose pode ser oxidada através da glicólise e ciclo de Krebs, originando ATP, o qual será utilizado na produção de energia.

Os mesmos autores relatam que os estudos sobre alfa e beta-amilase em sementes de *Avena sativa* em germinação mostram que a beta-amilase presente na semente seca é reativada durante a embebição, enquanto que a alfa-amilase é sintetizada durante as primeiras fases da germinação, por estímulo de reguladores de crescimento de plantas, às custas, provavelmente, de aminoácidos originados de corpúsculos de proteínas hidrolisadas e com energia fornecida da atividade de fosforilação da glicólise e respiração. Com a absorção de água, o embrião sintetiza e libera giberelinas que se movem através do endosperma e dão início à formação de alfa-amilase na camada de aleurona, bem como outras enzimas.

Menezes (2007) afirmou que a qualidade fisiológica indica a capacidade das sementes germinarem e estabelecerem uma população adequada de plantas. É a qualidade mais considerada e avaliada pelos produtores e que causa maior

preocupação, porque sementes sem qualidade fisiológica não servem para a semeadura.

A germinação das sementes é o primeiro processo fisiológico do desenvolvimento da planta, que leva a retomada do crescimento do embrião e a emergência da plântula. Esta, nos primeiros dias, sobrevive graças à degradação das reservas remanescentes da semente (fase heterotrófica) através da respiração. Uma vez formado o aparelho fotossintético (folhas, cloroplastos e pigmentos), a energia química necessária ao crescimento passa a ser obtida através da fotossíntese (fase autotrófica), tendo-se a planta jovem, sem maturidade sexual. Quando atingida a maturidade sexual, a planta pode ser induzida a floração (planta adulta). Esta, reproduzindo-se, forma novamente a semente, e o ciclo recomeça. Portanto, a via sexuada do desenvolvimento, que ocorre na maior parte das plantas de interesse econômico, apresenta, obrigatoriamente, a fase vegetativa e a fase reprodutiva (FLOSS, 2008).

Buckeridge et al. (2004) alegaram que após a maturação e o enchimento dos grãos, a semente seca é dispersa nos ambientes naturais ou coletada e armazenada, no caso de produtos agrícolas. No ambiente natural as reservas serão utilizadas como fonte de matéria e energia para a germinação e principalmente para o desenvolvimento de uma plântula a partir do crescimento embrionário.

2.2.1. Germinação e dormência

A garantia da sobrevivência da espécie constitui a razão fundamental para a existência de sementes. Além dessa importante função biológica, representam o alicerce da produtividade agrícola e se prestam a inúmeras aplicações diretas e indiretas na alimentação humana e animal; constituem fontes de matéria-prima para a obtenção de inúmeros produtos de ampla utilização industrial e vários outros essenciais à manutenção ou ao aprimoramento da qualidade da vida humana (MARCOS FILHO, 2005).

Existem diversas definições para a germinação das sementes, algumas considerando-se apenas como um processo de crescimento do embrião, e outras, como um processo de metabolismo (bioquímica) seguido do processo de

crescimento. Segundo Street e Opik (1974) citados por Floss (2008) a germinação é a “retomada da atividade metabólica da semente”, definição que privilegia os processos metabólicos como causa e o crescimento do embrião até a emergência da plântula como efeito. Floss (2008) afirmou que de fato trata-se da retomada do processo metabólico, pois durante a formação da semente na planta-mãe é intenso o metabolismo (anabolismo), ou seja, a síntese das substâncias de reserva complexas, como amido, triglicerídeos, proteínas e fitina, a partir de substâncias simples. Com a desidratação da semente, a atividade metabólica torna-se mínima (quiescência). Com a re-hidratação, a atividade metabólica (catabolismo) é ativada, ocorrendo à degradação das reservas da semente para a produção da energia química necessária para o crescimento do embrião e a emergência da plântula.

O encerramento do período de repouso fisiológico é sucedido pelo início do processo de germinação, conceituado de maneiras diferentes, dependendo da forma de abordagem da questão (MARCOS FILHO, 2005). A maioria das plantas cultivadas e silvestres apresenta a via sexuada do desenvolvimento, cujo ciclo começa e termina na semente. Do ponto de vista botânico, a semente é o óvulo fecundado e desenvolvido, porém, do ponto de vista econômico e finalidade de uso, também é designada como semente a cariopse produzida pelas poáceas (gramíneas), que botanicamente são frutos (FLOSS, 2008). Marcos Filho (2005) define ainda, do ponto de vista fisiológico e tecnológico, que todos que se dedicam ao estudo concordam que a germinação tem início durante a embebição da semente.

Segundo Marcos Filho (2005), a multiplicação, a formação e o estabelecimento das plantas são processos complexos, envolvendo vários estádios e a influência de diversos fatores, incluindo a fertilidade da planta, a viabilidade da semente e a eficiência da dispersão. As sementes de plantas superiores diferem acentuadamente em suas características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, e um dos atributos mais importantes é a sua variabilidade genética, fundamentais em características dos gametas envolvidos na fecundação, transmitindo a combinação entre os caracteres paternos.

Menezes (2007) citou que as sementes têm a função de perpetuação e multiplicação das espécies e é o elemento principal no estabelecimento, expansão,

diversificação e desenvolvimento da agricultura. Muitas vezes, o termo semente é usado em seu sentido funcional, indicando toda e qualquer estrutura vegetal capaz de reproduzir uma planta e sendo grandes ou pequenas são constituídas de três componentes integrados: cobertura; tecido de reserva e eixo embrionário. A qualidade física diz respeito à composição dos lotes, pois aqueles compostos apenas por sementes da espécie e cultivar escolhida, de tamanho uniforme facilitam o manuseio e influenciam na decisão do comprador. A qualidade sanitária indica a presença, junto das sementes, de microrganismos patogênicos ou insetos, os quais podem ser carregados nas sementes, afetando o desempenho das plantas e a produtividade.

A semente é o óvulo maduro, do qual pode haver um ou mais desenvolvidos dentro do ovário de uma fabácea (leguminosa), porém nunca mais que uma em poáceas. Muitas vezes é difícil distinguir o que é fruto e o que é semente do ponto de vista botânico. Por exemplo, os frutos (grãos) de cereais e outras gramíneas são normalmente denominados de “sementes”, porém, ao se observar cuidadosamente seu completo desenvolvimento e estudar detalhadamente sua estrutura, serão identificados como frutos verdadeiros (MARCOS FILHO, 2005; FLOSS, 2008) tendo um finíssimo pericarpo (parede do ovário) envolvendo a única semente fruto. Na maior parte das plantas o fruto não se forma sem a polinização (frutos partenocárpicos), que é seguida pela fertilização e pelo desenvolvimento normal da semente. Os hormônios formados durante o desenvolvimento da semente garantem o crescimento (elongação) das células do ovário, formando o fruto; assim, ao contrário do que vulgarmente se pensa, “a semente é a causa e o fruto é o efeito” (FLOSS, 2008).

Ainda, segundo o mesmo autor, outra diferença básica está relacionada com a finalidade, sendo consideradas sementes as que são utilizadas para a perpetuação das espécies. Para as sementes ou cariopses utilizadas para outros fins, sejam industriais ou não, reserva-se o termo “grãos”.

Segundo Marcos Filho (2005), a semente é considerada, por muitos, uma estrutura reprodutiva das plantas. No entanto, esse conceito é incorreto, porque a semente já contém uma planta embrionária, demonstrando que o vegetal já completou seu primeiro estágio de vida como indivíduo independente da planta-mãe.

As partes da nova planta derivam da fusão de dois gametas (núcleo reprodutivo do grão de pólen e oosfera), seguida por divisões celulares e diferenciação.

Em várias espécies de *Brachiaria* foram observadas que a sua reprodução é apomítica. Apomixia é um modo de reprodução assexual por sementes no qual as plantas geradas são idênticas a planta-mãe. Esta condição é considerada um entrave ao melhoramento genético, uma vez que as características paternas não são transmitidas a progênie. Este modo de reprodução é caracterizado pelo desenvolvimento autônomo de um embrião, isto é, sem fecundação da oosfera (gameta feminino). Deste modo, a oosfera contém exclusivamente os cromossomos somáticos maternos, e a planta gerada apresenta constituição genética idêntica a da planta mãe (CARNEIRO et al., 2003).

Floss (2008) constatou que em relação à preservação da biodiversidade, as sementes representam a principal forma de disseminação das espécies vegetais nas mais diferentes regiões. Na agricultura, esse papel não é menos importante, pois uma boa lavoura, visando a altos potenciais de produtividade, qualidade industrial e nutritiva do produto colhido, requer o uso, na implantação das culturas, de sementes de boa qualidade.

Krzyzanowski e França-Neto (2007) afirmaram que a semente de alta qualidade influi diretamente no sucesso da lavoura e contribui significativamente para que níveis de alta produtividade sejam alcançados. Sementes de baixa qualidade comprometem a obtenção de estande de plantas adequado, influenciando diretamente na produtividade da lavoura. A produção de sementes de elevada qualidade requer a adoção de um bom programa de controle de qualidade. A não utilização poderá resultar na produção de sementes com qualidade inferior e a adoção, pelos produtores, de técnicas de controle de qualidade na produção de sementes visa suprir de informações que auxiliem no processo de tomada de decisão, tendo em vista superar limitações impostas pelos diversos fatores que podem afetar a qualidade das sementes.

As sementes, além da pureza genética e pureza física, devem apresentar alta qualidade fisiológica: alto poder de germinação, elevado vigor, baixa deterioração e longa viabilidade ou longevidade. Por essas razões, o estudo da fisiologia da germinação das sementes assume um papel cada vez mais importante na busca do

entendimento dos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos, das relações com os fatores internos e externos, visando à utilização de tecnologias cada vez mais adequadas de manejo na produção, beneficiamento e armazenamento das sementes (FLOSS, 2008).

As informações disponíveis sobre o processo de germinação, embora relativamente volumosas, são insuficientes para caracterizá-lo perfeitamente. Representam a reunião de conhecimentos obtidos em diferentes espécies, muitas das quais com alto valor biológico, mas insignificantes do ponto de vista econômico. Não é conhecido, até o momento, nenhum estudo completo da germinação para qualquer espécie vegetal, mesmo porque o dinamismo dos avanços da pesquisa não permite limiar esta questão (MARCOS FILHO, 2005). O processo de germinação é uma sequência extremamente complexa de reações bioquímicas e de crescimento celular, pelas quais substâncias de reserva armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e resintetizadas no eixo embrionário através de reações químicas (BEWLEY; BLACK, 1994).

Street e Opik (1974) citados por Floss (2008) classificaram a germinação em cinco fases: hidratação ou embebição, mobilização ou digestão de reservas, respiração, assimilação do crescimento do embrião e translocação de reservas. Já Metivier (1979) afirmaram que em termos metabólicos, a germinação pode ser classificada em três etapas principais: embebição de água, reativação de organelas e macromoléculas preexistentes, formadas durante a maturação, e a respiração de reservas, gerando ATP como fonte de energia para o crescimento do embrião.

Cardoso (2004) explicou que algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis. Tais sementes, denominadas dormentes apresentam alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, que deve ser superada a fim de que o processo germinativo ocorra. O mesmo autor citou Viémont e Crabbé (2000) que alegaram que a dormência talvez tenha surgido nas gemas a cerca de 400 milhões de anos como mecanismo restritivo da ramificação e do crescimento das plantas sob condições ambientais desfavoráveis, com pouca disponibilidade de nutrientes. Cerca de 100 milhões de anos mais tarde, começaram a aparecer às primeiras sementes com

embriões dormentes, o que inicialmente possibilitou que a fertilização e a embriogênese sucedessem sem a necessidade de água no meio externo.

Vários tipos de dormência existem nas sementes de plantas selvagens, capacitando-as à sobrevivência (METIVIER, 1979). De acordo com Bewley e Black (1994), três tipos de dormência em sementes podem existir: dormência imposta pelo tegumento, dormência devido ao embrião (subdesenvolvido ou subdiferenciado) e dormência devido a substâncias promotoras e inibidoras. Segundo Cardoso (2004), embora se reconheçam algumas de suas causas, ainda não há definição precisa de dormência em sementes, tendo em vista o pouco conhecimento a respeito dos mecanismos envolvidos.

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, deixam de germinar. Os mesmos autores citam, também, que o estado de dormência não se confunde com o de quiescência, que é um estado de repouso que, estando viável a semente, é facilmente superável com o fornecimento das condições ambientais necessárias.

Marcos Filho (2005) citou ainda que dormência vem a ser uma imposição controlada endogenicamente, mediante a atuação de mecanismos localizados em tecidos da planta-mãe, cujo impulso ocorre após a transmissão de sinais do ambiente e sua transferência para a semente. Assim, a dormência é um mecanismo de defesa das sementes contra variações do ambiente que dificultam ou impedem sua atividade metabólica normal, durante determinados períodos em que também não há transcrição da mensagem genética; essa atividade é reassumida depois da ação de estímulo ambiental específico.

Sementes de certas plantas de valor econômico e de muitas plantas silvestres tidas como viáveis nem sempre germinam quando colocadas em condições consideradas amplamente favoráveis. Elas apresentam um período de repouso persistente e são classificadas como dormentes. A dormência em sementes de plantas cultivadas é atribuída, geralmente a tegumentos impermeáveis e a maturação fisiológica ou colheita recente da semente (FLOSS, 2008).

As sementes de muitas espécies podem passar por um estado de dormência durante o amadurecimento e, enquanto estão neste estado, não são capazes de

germinar, mesmo quando colocadas em condições favoráveis. A imposição de um estado de dormência durante os estádios finais do amadurecimento é vantajosa para a planta, já que representa uma barreira para a germinação da semente madura dentro da planta-mãe. Apesar da maior parte das sementes passarem por este estado de dormência durante o seu amadurecimento, boa parte das usadas na agricultura ou horticultura supera a sua dormência pouco depois ou imediatamente à abscisão da planta mãe. Portanto, na época da sementeira, as sementes encontram-se apenas quiescentes e, assim, germinarão sob condições apropriadas (BRYANT, 1989 citado por FLOSS, 2008).

A dormência pode ser um fator hereditário, podendo ser também induzida por condições ambientais adversas durante a maturação e pós-colheita (FRÉGEAU; BURROWS, 1987 citados por FLOSS, 2008), denominada de “dormência secundária (FLOSS, 2008).

A dormência é causada por diferentes mecanismos, que variam de acordo com cada espécie, e pode ser agrupada em duas categorias básicas: embrionária e imposta pela testa. Na dormência embrionária, algum fator no próprio embrião impede a germinação, o que pode ser demonstrado ao se remover a testa da semente e incubar o embrião isolado sob condições favoráveis à germinação; se for uma verdadeira dormência embrionária, não ocorrerá crescimento do embrião nessas condições. Na dormência imposta pela testa, é impedida a germinação do embrião, removendo-se a testa da semente e, em seguida, incubando-se o embrião, obtém-se o crescimento embrionário. Deve-se notar que algumas espécies exibem dormência de ambas as categorias. Além disso, mesmo dentro de uma categoria, não se deve supor que apenas um fator esteja operando (BRYANT, 1989 citado por FLOSS, 2008).

Popinigis (1985) enquadrando a dormência nas seguintes categorias:

- Embrião imaturo: o embrião não se encontra completamente desenvolvido quando a semente se desprende da planta-mãe e quando essas sementes são colocadas para germinar, esta é retardada até que o embrião sofra modificações anatômicas e morfológicas e complete sua diferenciação ou crescimento;
- Embrião dormente: são sementes que apresentam exigências especiais quanto à luz e resfriamento;

- Impermeabilidade a água: tegumento impede a absorção de água;
- Impermeabilidade ao oxigênio: estruturas, tais como o pericarpo, o tegumento e as paredes celulares, restringem as trocas gasosas e;
- Restrições mecânicas: tegumento apresenta resistência capaz de impedir o crescimento do embrião.

A dormência de sementes imposta pelo tegumento impermeável acontece em sementes que não absorvem água, quando colocadas em condições apropriadas para tal, por causa do tegumento e são chamadas de “sementes duras”. O maior número de sementes duras encontradas entre as plantas cultivadas verifica-se entre as fabáceas e malváceas. Os tegumentos de sementes de vários gêneros de plantas têm sido estudados intensivamente para se determinar a estrutura que concerne com a impermeabilidade da água, causando a formação da semente dura. Acredita-se que a impermeabilidade dos tegumentos de alfafa, trevo e outras espécies devem-se principalmente a presença de cutina e suberina na parede das células da casca da semente. Sementes duras, principalmente as pequenas sementes de leguminosas, é um problema sério na prática da agricultura. Para enfrentá-lo, os lotes de sementes dessas plantas precisam passar por uma operação mecânica denominada escarificação, processo que geralmente torna grande percentagem de tegumentos permeáveis à água, porém, frequentemente, danifica a semente (MEYER et al. 1973 citados por FLOSS, 2008).

Já certas espécies de plantas cultivadas podem ser encontradas sementes completamente embebidas de água, porém sem ruptura dos tegumentos em determinadas temperaturas. Mudando-se, então, para uma temperatura mais baixa, o número de sementes embebidas que não germinam diminui muito. Acredita-se que este tipo de dormência seja devido ao efeito da temperatura no tegumento da semente (BRYANT, 1989 citado por FLOSS, 2008).

Em certos casos, os pesquisadores acreditam que a dormência de sementes embebidas se deve ao fato do oxigênio não conseguir penetrar na semente através do tegumento em quantidade e velocidade necessária à germinação. Sabe-se também, que os tegumentos de muitas sementes, quando saturadas de água, permitem a saída de CO₂ muito mais rapidamente que a entrada de oxigênio. Em

geral, pressupõe que uma atmosfera rica em CO₂ contribui para tornar os tegumentos das sementes mais permeáveis (METIVIER, 1979).

Sementes fisiologicamente imaturas, como as de cereais e gramíneas forrageiras (como sementes de *Brachiaria brizantha*) de colheitas recentes, são classificadas desta forma pelo fato de se apresentarem dormentes por não serem colhidas completamente maduras, ou pelo fato de não terem sido armazenadas em condições adequadas; assim permanecem se comportando como sementes recentemente colhidas em relação à germinação. As sementes são tidas, então, como morfollogicamente maduras, porém são fisiologicamente imaturas. O emprego de tratamento de baixa temperatura (pré-resfriamento) é considerado, em geral, como meio de contornar esse problema (BRYANT, 1989 citado por FLOSS, 2008).

Em geral, as sementes de recentes colheitas germinam rápido, uniformes e completamente quando pré-tratadas a frio, ao passo que as sementes mais velhas geralmente respondem melhor sem o pré-tratamento a frio. Embora bastante estudados, os fatores que governam a dormência das sementes não são amplamente conhecidos, porém deve-se lembrar que a dormência em cereais é sempre mais curta que nas leguminosas e outras plantas (FLOSS, 2008).

A dormência também pode ser causada pela presença, em algumas espécies, de substâncias inibidoras, como o ácido abscísico (ABA) o ácido cumárico (cumarina), o ácido cinâmico, o catecol, taninos entre outros. Em algumas espécies que não apresentam dormência primária pode ser induzida uma dormência secundária, em razão de fatores ambientais desfavoráveis na fase de formação da semente, no beneficiamento, na secagem ou armazenamento (FLOSS, 2008). Assim, o efeito inibitório pela presença de cumarina pode ser revertido pela aplicação da giberelina (WILKINS, 1984 citado por FLOSS, 2008).

Tanto sementes que apresentam embriões imaturos quanto as que apresentam embriões maduros, porém dormentes, requerem determinados tratamentos para a quebra de dormência (CARDOSO, 2004). Segundo Marcos Filho (2005), a dormência se encerra quando o metabolismo, síntese e crescimento ativos são reiniciados; ainda que a dormência seja determinada por fatores genéticos, há obviamente certa plasticidade na expressão genotípica, determinada pela influência do ambiente. Bryant (1989) citado por Floss (2008) afirmou que, assim como são

várias as causas da dormência, são variados os fatores envolvidos na quebra da mesma. Vários fatores ambientais, como exposição à alta e baixa incidência de horas de luz e temperaturas, podem promover a superação de dormência da semente. Em algumas espécies, a superação da dormência ocorre após a exposição a um dos dois fatores atuantes, ou seja, temperatura ou luz a baixa. Não se deve, no entanto, supor que em tais sementes haja, necessariamente, dois mecanismos internos diversos para a quebra da dormência, pois é possível que esses dois fatores ambientais diferentes atuem sobre o mesmo mecanismo interno. Os fatores ambientais envolvidos na quebra de dormência são a luz; temperatura baixa, alta e alternada; fogo e água. Popinigis (1985) recomendou que sejam utilizadas as técnicas: escarificação mecânica, escarificação ácida, tratamento com água quente, lavagem em água corrente, secagem prévia, pré-resfriamento, estratificação, embebição em nitrato de potássio a 0,2%, germinação a temperatura sub-ótima, exposição à luz e excisão do embrião.

Para sementes com tegumentos impermeáveis, os métodos de superação de dormência mais utilizados são a escarificação mecânica e escarificação química. A quebra de dormência também pode ser realizada com o uso de alguns reguladores de crescimento, como giberelina, citocinina e etileno, em combinação com outros fatores, como temperaturas e luz (FLOSS, 2008).

Conde e Garcia (1985), analisando o efeito de épocas de colheita no potencial de armazenamento das sementes de *B. decumbens* cv Ipean, puderam verificar que elas apresentaram dormência em qualquer época em que foram colhidas, e que a dormência foi superada naturalmente pelo armazenamento durante quatro meses. Resultados semelhantes foram verificados por Jark Filho (1976) que, estudando a superação de dormência em sementes *B. decumbens*, observou que suas sementes perdem gradualmente a condição de dormentes com o decorrer do armazenamento.

O vigor das sementes é um fator muito importante a se levar em consideração, pois, segundo Floss (2008) é difícil conceituá-lo por tratar-se de um conjunto de atributos da semente, que garantem alto poder germinativo, germinação em curto período de tempo e a formação de plântulas mais vigorosas. O vigor também é a capacidade de germinação de sementes mantidas em condições atmosféricas adversas, como temperaturas muito elevadas ou muito baixas, falta ou

excesso de água no solo, presença de patógenos, dentre outros fatores. Nessas condições, as sementes de baixo vigor não germinam, causando redução na densidade de plantas.

Vários são os conceitos de vigor encontrados na literatura, porém, segundo a ISTA (1981) e a AOSA (1983) citados por Carvalho e Nakagawa (2000) “o vigor de sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação” e “o vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais”, respectivamente. Os autores também alegaram que a capacidade de germinação de um lote de sementes é determinada pela proporção das que podem produzir plântula normal, em condições favoráveis. Não sendo encontradas tais condições, observa-se normalmente uma redução na porcentagem de germinação, isso não levando em conta a dormência.

A qualidade de um lote de sementes resulta da interação de características que determinam o seu valor para a semeadura. Constitui o principal foco de atenção da tecnologia de sementes, durante todas as fases de um programa de produção de sementes, estabelecido em consonância com a estrutura e os recursos disponíveis ao produtor, sempre visando o retorno econômico (MARCOS FILHO, 2005).

Floss (2008) afirmou que por vigor ou viabilidade de sementes, entende-se que é a sua capacidade de germinar e produzir plântula normal, isto é, plântula capaz de produzir planta adulta. Entre os principais fatores que afetam a vitalidade da semente estão os seguintes:

- Vigor das plântulas ascendentes – pais: plântulas antecessoras fracas geralmente produzem sementes deficientes em reservas e que apresentam embriões mal desenvolvidos. As plantas originadas dessas sementes são frequentemente menos vigorosas do que as produzidas a partir das normais. Evidências científicas comprovam o conhecimento empírico dos nativos, que buscavam colher sementes nas plantas mais vigorosas da mata e com produção regular de frutos e sementes);

- Condições climáticas: a proporção de umidade e a temperatura atmosférica, principalmente durante o período de maturação da semente, podem influenciar na viabilidade da semente. A maior parte das sementes que amadurecem em atmosfera seca, com temperaturas muito elevadas no verão e baixas no início do outono, podem ser danificadas parcialmente;

- Maturidade da semente: as sementes que alcançarem, por qualquer motivo, a completa maturação também germinarão, porém as plantas não podem opor resistência às condições desfavoráveis do meio, como podem fazê-lo as plantas originárias de sementes completamente maduras. Além disso, as produções de plantas provenientes de sementes maduras são superiores aquelas oriundas de sementes de maturação incompleta, caso as condições do meio não sejam inteiramente favoráveis, o que, aliás, é muito freqüente. As sementes propriamente maduras perdem sua vitalidade muito cedo, ou melhor, muito rapidamente;

- Condições sob as quais as sementes são armazenadas: em uma semente madura, a parte essencial, o embrião, está sob estado de relativa inatividade. As condições de armazenamento, às quais se deve submeter as sementes devem ser aquelas que mantenham essa inatividade do embrião, ou seja, com a umidade e a temperatura regularmente baixa. Se as sementes não forem armazenadas num local seco, a umidade presente no ar pode ser suficiente para dar início a germinação desde que estejam presentes temperatura adequada e oxigênio. O processo de respiração torna-se intenso e há perda de peso seco; portanto, há um decréscimo na quantidade de reservas armazenadas, conseqüentemente, perda de energia por parte das sementes. Sementes armazenadas a granel - em massa - sob essas condições podem esquentar, o que, em parte, pode ser conseqüência do maior calor liberado pela respiração das próprias sementes. O aquecimento pode se elevar tanto a ponto do embrião perecer;

- Danos causadas por máquinas: máquinas colhedoras, trilhadoras e de beneficiamento mal reguladas, aliadas a semente com excesso de umidade ou muito secas, frequentemente resultam em danos mecânicos, que podem atingir o próprio embrião ou o endosperma. Conforme o local atingido e a força do impacto, isso pode ser fatal. A colheita das sementes não pode ser realizada quando ainda apresentam teores muito elevados de umidade ou quando estão muito secas.

Marcos Filho (2005) citou que a pesquisa em tecnologia de sementes vem concentrando esforços no sentido de elucidar os mais variados aspectos referentes ao componente fisiológico da qualidade, pois as sementes formadas sob condições favoráveis do ambiente e submetidas a manejo adequado a partir da maturidade certamente constituem a base mais sólida para o estabelecimento do estande em campo e obtenção de produção elevada.

A deterioração das sementes tem significado oposto ao vigor, podendo ser conceituada como sendo toda e qualquer mudança degenerativa e irreversível na qualidade fisiológica após a semente ter atingido o seu nível máximo de qualidade (DELOUCHE, 1986 citado por FLOSS, 2008). Portanto, o mesmo autor afirmou que à medida que a semente perde o vigor, aumenta a deterioração. Com o máximo de vigor das sementes é observado na maturação fisiológica, pode-se dizer que a colheita, secagem e armazenamento de forma cuidadosa retardam a sua deterioração. No entanto, mesmo sob as condições mais favoráveis de armazenamento, a qualidade da semente não pode ser melhorada, apenas mantida.

Marcos Filho (2005) verificou que deterioração de sementes ocorre devido a uma série de alterações fisiológicas, físicas, bioquímicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, determinando a queda do potencial de desempenho e culminando com a morte da semente. A intensidade e velocidade da deterioração são variáveis de acordo com a espécie, cultivar, lotes do mesmo cultivar, sementes do mesmo lote e partes da mesma semente.

O método mais adequado utilizado para avaliar o grau de deterioração das sementes é o teste de germinação. Entretanto, a deterioração altera significativamente os processos bioquímicos e fisiológicos das sementes, tais como as mudanças quantitativas e qualitativas de algumas enzimas, mudanças no metabolismo respiratório, na síntese de proteínas e glicídios, perda de substâncias orgânicas e inorgânicas, aumento da permeabilidade dos tegumentos, danos nos cromossomos (aumentando o percentual de plântulas anormais) e degradação de compostos dos tecidos de reserva (DELOUCHE, 1986 citado por FLOSS, 2008).

Depois de algum tempo, todas as sementes gradualmente, perdem a sua viabilidade, dependendo da espécie considerada e das condições de armazenamento. É bem conhecido, por experimentos com sementes enterradas,

que algumas espécies de plantas daninhas mantêm-se viáveis após terem permanecido enterradas de 30 a 60 anos. Sementes de plantas viáveis depois de enterradas durante vinte anos correspondem às espécies de sementes de tegumentos impermeáveis (duras). Certas espécies, por outro lado, deterioram-se rapidamente quando expostas ao ar e não encontram condições favoráveis para germinar prontamente (cacaueiro, ingazeiro, seringueira). Felizmente, entre as plantas cultivadas em larga escala por meio de sementes, não existem casos extremos, embora, mesmo entre elas haja uma grande variação de longevidade (FLOSS, 2008).

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que uma semente efetivamente vive dentro de seu período de longevidade e é função de características genéticas da planta progenitora, vigor das plantas progenitoras, condições climáticas, grau de injúria mecânica e condições ambientais de armazenamento.

A fim de se ter um período de armazenamento seguro para várias sementes de plantas cultivadas, as mesmas foram classificadas em três grupos: sementes de vida curta, sementes de vida média e sementes de vida longa. O primeiro grupo compreende as sementes que, quando armazenadas nas melhores condições possíveis, mantêm-se vivas por menos de três anos; no segundo grupo, as que vivem de 3 a 15 anos; no terceiro grupo as que vivem 15 anos ou mais. Outra classificação, mais simples, é de sementes longivas (mais de 10 anos de viabilidade) e sementes não longivas (menos de 10 anos de viabilidade). Assim, podem ser consideradas longivas as sementes de aveia, arroz, beterraba, cebola, cevada, ervilha, feijão, milho, trigo, tomate, dentre outras; não longivas as sementes de cacau, café, chuchu, jabuticaba, manga, citrus, seringueira, dentre outras (BRYANT, 1989 citado por FLOSS, 2008).

Todavia, Floss (2008) expõe que essa classificação é muito relativa, pois a escala de variação é muito grande, como também aquilo que se entende por “melhores condições possíveis” pode não ser bem conhecido para muitas espécies, mesmo entre as estudadas. Quando colocadas em condições de banco de sementes, com baixa umidade e temperatura, bem como em condições anaeróbicas, a longevidade estimada pode chegar a mais de mil anos na ervilha, porém não mais

que 11 anos para a alface. Assim, a longevidade está intimamente associada ao genótipo e as condições de armazenamento.

2.3. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria*

O mercado interno de sementes de *Brachiaria* ainda é pouco exigente em qualidade, tanto física como fisiológica. A necessidade de atenção as novas regras é um fator importante para o pecuarista, por mencionar mudanças nos parâmetros de comercialização de sementes. Por meio da Instrução Normativa (IN) nº 30, o MAPA determinou que o padrão mínimo de pureza (P%) permitido para a venda de sementes do gênero *Brachiaria* é de 60%. Já a germinação mínima (G%) ficou estabelecida em 60%, diferente da *Brachiaria humidicola*, que apresenta germinação menor (40%) (GARCIA, 2011).

Segundo o mesmo autor, o Valor Cultural (VC) representa um índice que articula dois dos principais parâmetros de qualidade de semente: o seu percentual de pureza física (P%) e o seu percentual de germinação (G%) e é calculado da seguinte forma: $VC = P\% \times G\% / 100$. Aplicando essa fórmula para os padrões mínimos indicados, tem-se um VC de 36% ($P60\% \times G60\%$). Apesar do padrão mínimo para a germinação de *Brachiaria* ser de 60%, a grande maioria das sementes sai do campo de produção com 80% a 85% de germinação. Assumindo o valor de G80% (que é o mais utilizado para a comercialização) o VC seria de 48% ($P60\% \times G80\%$). Esse seria o parâmetro para a semente estar enquadrada no que determina a lei, pois atenderia simultaneamente ao mínimo de P60% e G60%. Em algumas regiões do Brasil, com grande demanda de sementes, o mercado é dominado pela oferta de produtos fora das normas legislativas, com o VC inferior a 36%.

O mercado externo exige sementes com alta pureza (95%) e germinação e ainda, muitas vezes, escarificadas com ácido sulfúrico. Assim sendo, o estudo da longevidade de sementes armazenadas, em especial das escarificadas quimicamente, têm sido apontados como importante (PREVIERO et al., 1998). Apesar do sucesso e expansão do setor de produção de sementes de *Brachiaria*, alguns pontos precisam ser melhor estudados, como os aspectos relacionados às

dinâmicas de germinação e dormência, bem como o efeito dos períodos de armazenamento no potencial fisiológico e dormência das sementes (CUSTÓDIO, 2000).

2.4. Interferência do condicionamento fisiológico

Existem vários tipos de tratamentos pré-semeadura sugeridos para beneficiar a germinação e a emergência das plântulas, dentre eles, o condicionamento fisiológico envolve a absorção de água pela semente, sob condições controladas, incentivando o metabolismo das sementes durante as fases I e II da embebição (BEWLEY; BLACK, 1982, citados por MARCOS FILHO, 2005), mas impedindo que ocorra a protusão da raiz primária. Desta maneira, ativam-se a digestão das reservas e a sua translocação e assimilação, para que as sementes de um mesmo lote alcancem estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso a água é interrompido (MARCOS FILHO, 2005).

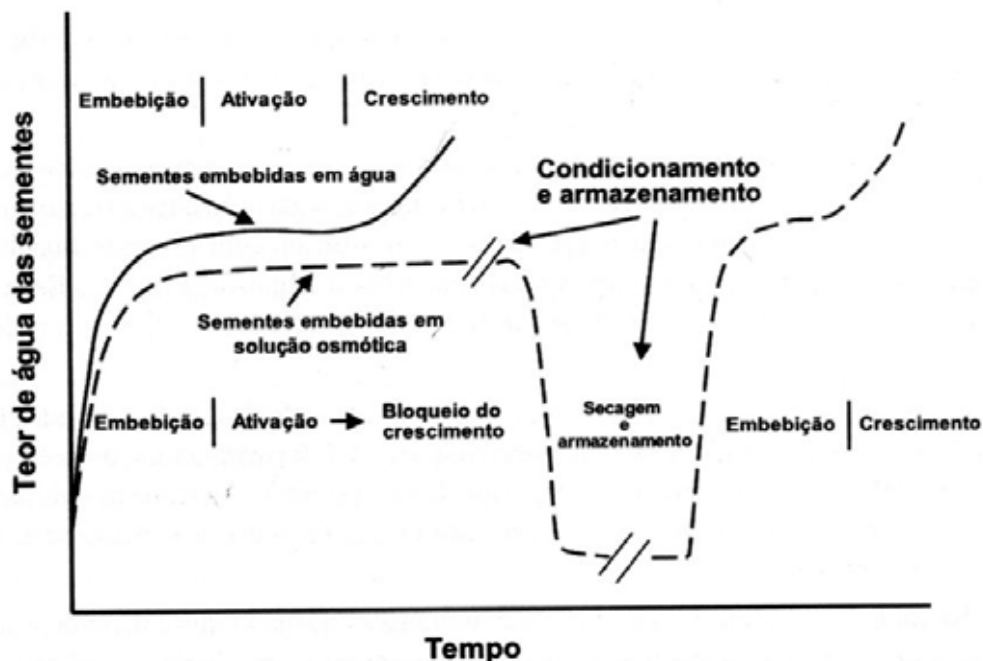


FIGURA I - 1. Esquema geral das etapas e principais eventos do condicionamento fisiológico (BRADFORD, 1999 citado por MARCOS FILHO, 2005).

Carvalho e Nakagawa (2000) citam que o padrão trifásico é representado pelas fases:

- I: É a fase mais rápida e ocorre, mais intensamente, a transferência de água para a semente. Caracteriza-se fisiologicamente por um acentuado aumento na atividade respiratória e produção de grandes quantidades de energia e ocorre, também, início da degradação das substâncias de reserva (como carboidratos, proteínas e lipídios);

- II: Ocorre síntese de enzimas, DNA e RNA-m e transporte ativo das substâncias desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o tecido meristemático. A velocidade de hidratação das sementes é diminuída e a atividade respiratória cresce de maneira lenta.

- FIII: A semente volta a absorver água e a respirar intensamente. As substâncias desdobradas na fase I e transportadas na fase II são reorganizadas em substâncias complexas, para formar o protoplasma e as paredes celulares. Ocorre, portanto, a retomada do crescimento do embrião, e ocorre a protrusão da raiz primária.

A água é o fator iniciante da germinação e está envolvida direta ou indiretamente em todas as demais etapas do metabolismo. Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos, também como reagente na digestão hidrolítica de tecidos de reserva da semente. Assim, potenciais osmóticos negativos inibem o potencial de germinação da grande maioria das culturas (KRON et al., 2008; MACHADO NETO et al., 2006).

A semeadura em campo pode ser realizada logo após o tratamento ou efetua-se a secagem seguida por armazenamento até o momento oportuno para a instalação da cultura (MARCOS FILHO, 2005). Os tratamentos mais utilizados para o condicionamento fisiológico são imersão direta das sementes em água ou em soluções aquosas com baixo potencial osmótico (como polietileno glicol – PEG e KNO_3); a adição de água ou outras soluções em substratos com baixo potencial matricial como a areia, a vermiculita e a turfa.

O efeito positivo da adição de solução aquosa de nitrato de potássio ao substrato de germinação de sementes é freqüentemente relatado na literatura (FARON et al., 2004). O nitrato de potássio (KNO_3) é conhecido como agente de

superação de dormência em sementes. Ele está incluído no grupo de produtos químicos, que limitam ou inibem o metabolismo respiratório em algumas espécies.

Marcos Filho (2005) afirma que a maioria das pesquisas com condicionamento fisiológico conclui que a hidratação controlada promove a atividade de mecanismo de reparo das membranas, de ácidos nucleicos, de outras macromoléculas e componentes de estrutura celular, sem, no entanto, identificá-los completamente, mas ressaltando a redução da liberação de exsudados durante a embebição e a menor ocorrência de microrganismos associados as sementes.

Segundo Bonome et al. (2006) trabalhando com sementes de *B. brizantha* cv. marandu que foram condicionadas em soluções de PEG 6000, KNO_3 e PEG 6000+ KNO_3 (1:1) sob imersão com aeração, em concentrações capazes de desenvolver potenciais hídricos de -0,9, -1,1 e -1,4MPa, em quatro períodos de embebição (12, 24, 48 e 72 horas), acrescidos de duas testemunhas (presença e ausência de escarificação em ácido sulfúrico por 15 minutos), citam que nenhum tratamento realizado superou as sementes escarificadas. Merecem destaque às sementes condicionadas em solução de KNO_3 por um período de 12 horas que se sobressaíram em relação às sementes submetidas aos demais tratamentos e sobre a testemunha sem escarificação.

Segundo Ruggiero (1988), a expressão do potencial de germinação, vigor e conservação das sementes estão, possivelmente, relacionadas aos sistemas de controle de entrada de água no interior da semente, bem como à presença de substâncias endógenas reguladoras de crescimento existentes nas estruturas seminais. Alguns trabalhos têm sido realizados visando melhorar a expressão da qualidade da semente através do uso de substâncias reguladoras de crescimento, como giberelinas, ácido indol acético, ácido naftaleno acético, KNO_3 , entre outras, e os resultados são variados conforme os diferentes autores.

Pesquisas conduzidas até o ano 1990 têm demonstrado a grande importância de se dosar, com rigor, a quantidade (volume) de água ou de nitrato de potássio (KNO_3) adicionada ao substrato dos testes laboratoriais de germinação, para se realizar a avaliação da qualidade de lotes de sementes destinadas ao comércio. Sabe-se que existem materiais vegetais muito sensíveis ao excesso de

umedecimento, enquanto outros não respondem de modo significativo a tal condição do substrato (TOLEDO et al., 1994).

O nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) costuma ser utilizado para a indução do florescimento. Esta solução não tem seu papel fisiológico bem esclarecido, porém, sabe-se que esses nutrientes em separado são indispensáveis a todas as plantas superiores. Para Whiley (2011), a ação do nitrato de cálcio ou paclobutrazol não é indutora, e, sim, meramente desencadeadora ou reforçadora da ação de fatores internos e ambientais na indução floral.

Segundo Malavolta (2006), o cálcio na planta exerce três tipos de funções: estrutural, regulador enzimático e mensageiro secundário. Este nutriente é essencial para manter a integridade estrutural e funcional das membranas e parede celular, pois quando há deficiência as membranas permitem o vazamento do conteúdo citoplasmático; a compartimentação celular é comprometida e fica afetada a ligação do cálcio com a pectina da parede celular. O pectato de cálcio da lamela média cimenta uma célula a outra, sendo depositado durante a citocinese. Assim, quando as células crescem aumenta a superfície de contato entre elas e, portanto, cresce a necessidade de cálcio. A concentração de cálcio no citosol é baixa quando comparada com o vacúolo e outras organelas. O meio extracelular apresenta cerca de 60% do total do cálcio.

É muito variado o efeito do cálcio no crescimento e desenvolvimento da planta: pode atrasar o amadurecimento e a senescência, em parte devido a sua interação com hormônios; melhora a qualidade dos frutos e hortaliças; altera a resposta geotrópica; a fotossíntese e outros processos como a divisão celular, movimentos citoplasmáticos e volume da célula (Malavolta, 2006).

Os reguladores de crescimento, que controlam o metabolismo e as respostas das sementes ao ambiente, são fatores intrínsecos que controlam a germinação. Essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade da membrana. Modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas,

transporte iônico, pH e conteúdo de inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes (DAVIES, 2011).

Existem alguns reguladores de crescimento, como as poliaminas (putrescina, espermina e espermidina) que estão envolvidas em processos celulares e podem participar da divisão celular e responder às condições de estresse. No início do processo de embebição, as concentrações de poliaminas aumentam, assim como RNA, DNA e proteínas. Assim, as poliaminas podem estar ligadas ao processo inicial da germinação (BOTELHO et al., 2001).

Apesar de ter sido mostrado que as substâncias reguladoras de crescimento estão envolvidas na regulação e coordenação do crescimento de todas as plantas, nos diversos estádios de desenvolvimento, não há indícios claros de que elas estejam envolvidas no controle do desenvolvimento do embrião durante a germinação. A aplicação exógena de substâncias reguladoras de crescimento em embriões pode afetar o crescimento destes. O ácido abscísico (ABA), por exemplo, inibe fortemente o crescimento do embrião, mas isso não comprova que as substâncias reguladoras de crescimento possam novamente estar envolvidas (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; CUSTÓDIO, 2000).

Segundo Arteca (1996) as giberelinas constituem uma classe de substâncias reguladoras de crescimento que estimulam a germinação, o crescimento por alongação, entre outras funções. Dentre as várias giberelinas, o GA₃ é disponível comercialmente e tem sido muito usado em sistemas biológicos. Altos níveis de giberelinas são encontrados em sementes imaturas e várias pesquisas independentes mostraram que o ácido giberélico estimula a alfa amilase e outras enzimas proteolíticas, promovendo a hidrólise do material de reserva. As giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular seguida pela hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico na célula, resultando na entrada de água no seu interior e, promovendo o alongamento.

Ni e Bradford (1993) mostraram através de experiência com sementes de tomate mutante com deficiência de giberelina e de ácido abscísico, que as giberelinas estão envolvidas no início do processo germinativo. Na presença de giberelina exógena do tipo GA₄+7, a germinação foi quantitativamente estimulada, tanto em relação à germinabilidade quanto na velocidade. Nas sementes deficientes

em ABA, a presença de GA resultou em aumentos da velocidade germinação e maior tolerância a potenciais hídricos reduzidos.

Tanto o controle do desenvolvimento do embrião, como a dormência primária, tem continuamente sido associados à presença de ácido abscísico durante o desenvolvimento da semente. O conteúdo de ABA tem sido mensurado em sementes em desenvolvimento de um grande número de espécies. Caracteristicamente, o conteúdo de ácido abscísico aumenta durante a primeira metade do desenvolvimento e declina durante o final da maturação, quando o conteúdo de água decresce. Muitas vezes dois picos de ABA ocorrem como em feijão e ervilha. O ABA tem sido encontrado no embrião, endosperma, testa e nos tecidos da planta mãe como o fruto, pericarpo e tecido locular. A ação do ABA foi relacionada a alguns processos, tais como acúmulo de reservas protéicas, supressão da germinação precoce em trigo e cevada (MARSHALL; GRACE, 1992 citados por CUSTÓDIO, 2000), indução de proteínas LEA (Late Embriogenesis Abundant) e indução de tolerância à dessecação. Muitas destas evidências são baseadas em ocorrência simultânea da elevação do conteúdo de ABA com o processo específico, ou sobre efeitos de ABA exógenos sobre estes processos (MISRA, 1994; HILHORST, 1995; MCCARTY, 1995 citados por CUSTÓDIO, 2000).

Segundo Arteca (1996) as citocininas constituem um grupo de substâncias reguladoras do crescimento e desenvolvimento vegetal, e os efeitos causados por elas são caracterizados pelo estímulo da divisão celular; retardamento da senescência (envelhecimento) foliar, liberação da dominância apical nas gemas, auxiliam no desenvolvimento de frutos e na germinação de sementes. Metivier (1986) ressalta o papel chave das citocininas, a de promover a germinação em algumas espécies, superando a dormência ou causando o início de alguns processos no ciclo do ácido tricarboxílico.

Garcia e Cícero (1992), trabalhando com sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu realizaram três tipos de tratamentos: solução de 0,2% de KNO₃ no substrato da germinação, imersão em H₂SO₄ concentrado durante 15 minutos, utilização do tratamento com ácido sulfúrico e adição no substrato da germinação de solução de nitrato de potássio, solução de 10, 100 e 1000 mg L⁻¹ de ácido 2-cloroetilfosfônico, e solução de 10, 100 e 1000 mg L⁻¹ de ácido giberélico (AG₃). Os

autores afirmaram que dentre os tratamentos utilizados nas sementes, a aplicação de H_2SO_4 por 15 minutos (seguida de lavagem por 5 minutos), com posterior adição de KNO_3 0,2% no substrato de germinação, é a forma mais efetiva para superar a dormência das sementes de *B. brizantha* cv. Marandu.

2.5. Interferência da temperatura

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que a temperatura em que ocorre a germinação é outro fator que tem importante influência sobre o processo, tanto quanto considerado do aspecto de germinação total como do de velocidade de germinação. Assim, a germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura (acima ou abaixo dos limites superior e inferior a germinação não ocorrerá) e existe um grande número de espécies que apresentam uma relação germinativa favorável a uma alternância de temperaturas, semelhantes ao que acontece ao natural, em que as temperaturas diurnas são mais altas e as noturnas são mais baixas.

A determinação das temperaturas das várias espécies de interesse é dificultada por uma série de problemas, dentre os quais se destacam o nível de vigor das sementes e a definição da metodologia mais adequada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A indução da germinação de sementes de espécies de *Brachiaria* tem sido conseguida com o uso de diferentes métodos, como pré-aquecimento a 40°C, escarificação com ácido sulfúrico e indução do envelhecimento (LAGO; MARTINS, 1998).

Usberti (1999) sugeriu em *B. decumbens*, que a dormência nas suas sementes é devida ao elevado teor de inibidor endógeno, como o ácido abscísico (ABA). Bewley e Black (1994) citam que o ABA é o regulador de crescimento que tem recebido considerável atenção em estudos sobre dormência.

Martins e Silva (2001) estudaram sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú e verificaram que exposições a 70°C por 10 e 15 horas reduzem a taxa de dormência e apresentam efeitos imediatos positivos no desempenho das sementes, sem gerar deterioração fisiológica latente e, aquecimento a 85°C e H_2SO_4 reduz a dormência e causam efeitos imediatos positivos no desempenho das sementes;

contudo, promovem deterioração fisiológica latente. Almeida e Silva (2004) estudaram sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero e *Brachiaria humidicola* cv. Llaneros e os dados obtidos indicam que os usos de 85°C/10 e 15 h e de H₂SO₄, em seus efeitos imediatos, são equivalentes na redução da dormência e no favorecimento ao desempenho agrônomo dessas espécies; contudo, contrariamente ao observado para o H₂SO₄, o uso do calor, conforme há aumento de temperatura, tende a acelerar a deterioração das sementes em decorrência de seus efeitos latentes.

Dutra e Vieira (2004) realizaram o teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho e soja, aplicando os seguintes tratamentos: para o milho, foram usadas as combinações de 42°C/96h e 45°C/72h e para soja foram usadas as temperaturas de 41°C e 42°C, ambas por períodos de 48 e 72 horas. Eles observaram que é recomendável o uso da distribuição das sementes em camada única para as sementes das duas culturas e que o uso de câmara tipo BOD para o envelhecimento de sementes das duas espécies oferece uma boa prática. Observaram, ainda, que é interessante o uso da combinação 45°C/72h para o milho e para a soja 42°C/48h.

Maia et al. (2007) estudaram o efeito do envelhecimento acelerado em trigo nas temperaturas 41, 43 e 45°C e umidade relativa de 100%, com diferentes períodos de exposição ao envelhecimento artificial (zero, 24, 48, 72 e 96 horas) e constataram que as temperaturas de 41°C e os tempos de exposição de 24 e 48 horas foram os mais indicados para avaliação em sementes de trigo. Quando se utilizou a temperatura de 43°C, recomenda-se utilizar 24 horas de exposição. No mesmo teste os autores afirmaram que a temperatura de 45°C é letal para as sementes de trigo em todos os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado e na condição de estresse (alta temperatura e umidade relativa).

2.6. Interferência da escarificação química

Nos testes de germinação em laboratório, vem sendo utilizado o ácido sulfúrico concentrado, associado à alternância de temperatura e de luz e à presença de solução de nitrato de potássio no substrato, para superar a dormência das

sementes de várias espécies de *Brachiaria* (BRASIL, 2009). Goedert (1985) mostrou a eficiência da aplicação do ácido sulfúrico em *B. decumbens* e o autor relatou que a eficiência da escarificação de sementes de braquiária com ácido sulfúrico pode apresentar resultados variáveis conforme a espécie.

Embora o tratamento com ácido sulfúrico venha se mostrando eficiente, tem sido relatado que os testes de germinação com sementes escarificadas por esse método exibem, invariavelmente, intensa ocorrência de microrganismos, tanto nas sementes como no substrato, dificultando a interpretação e avaliação das plântulas e, possivelmente, exercendo influência sobre o resultado final da análise (DIAS; TOLEDO, 1993). Portanto, apesar de eficiente nessa tarefa, o ácido sulfúrico pode gerar prejuízos não só aos trabalhadores operacionalmente envolvidos, mas também à qualidade das sementes e ao meio ambiente. Assim, o tratamento térmico tem se apresentado como alternativa isenta dessas inconveniências, sendo, porém, necessário o aprimoramento da quantificação do calor a ser aplicado (MARTINS; SILVA, 2001).

Segundo Custódio (2000), as sementes de *Brachiaria brizantha* respondem favoravelmente ao tratamento com ácido sulfúrico para superação de dormência, principalmente por 10 minutos, mesmo durante o armazenamento, sendo este útil para avaliação da germinação, em análises de sementes, ou em larga escala pela indústria de sementes. Enquanto que, sementes de *Brachiaria humidicola* não devem ser tratadas com ácido sulfúrico. A mesma autora afirma que as sementes escarificadas com ácido sulfúrico podem ser armazenadas, por oito meses à 25°C, sem redução da germinação e da velocidade de germinação, não diferindo, neste período, do armazenamento das sementes intactas e que o teste de lixiviação de potássio e as determinações de atividades enzimáticas, em sementes hidratadas, são importantes alternativas para avaliação do potencial fisiológico das sementes e do tratamento para superação de dormência com ácido sulfúrico.

Tomas et al. (2010), estudando germinação do capim-tanzânia concluíram que o tratamento com ácido sulfúrico, independente da alternância de temperatura, prejudica a taxa de germinação. Por outro lado, ao estudarem sementes de 30 lotes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Gaspar-Oliveira et al. (2008) avaliaram efeitos de tratamentos com ácido sulfúrico e temperaturas para a de superação de

dormência e concluíram que a escarificação com H_2SO_4 e germinação sob temperatura alternada de 20-35°C, resultam em maior germinação no menor tempo, possibilitando o encerramento do teste 11 dias após a sua instalação.

Montório et al. (1997) trabalharam com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e afirmaram que os métodos mais efetivos para a superação da dormência das sementes de capim braquiária foram à imersão em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, imersão em água destilada por 24 horas e remoção das glumas e, o método da escarificação química foi o mais adequado na manutenção do vigor das sementes.

Munhoz et al. (2009), estudaram sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 e submeteram as mesmas a tratamentos químico de imersão em ácido sulfúrico 2 e 5 molar (M) por 5, 10 e 15 minutos, além de um controle e obtiveram como resultado que a utilização de ácido sulfúrico permite o aumento na germinabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, sendo mais efetiva nas concentrações de 2M e tempo de exposição de 5 minutos e 5M com tempo de exposição de 5 e 15 minutos; e o uso de ácido sulfúrico na quebra de dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 acelera o crescimento inicial da radícula e da parte aérea e não prejudica o desenvolvimento da biomassa das plântulas.

3. Referências

ALMEIDA, C .R.; SILVA, W. R. Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.44-49, 2004.

ARAUJO, E .F.; ARAUJO, C. F.; ARAUJO, R. F.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, R .F. Efeito da escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.73-76, 1996.

ARTECA, R. D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996. 332p. Disponível em:< http://books.google.com.br/books?id=9iKDJFWjOoAC&printsec=frontcover&dq=Plant+growth+substances:+principles+and+applications&source=bl&ots=Fat8u0IBjW&sig=f46veNRa1Mfb5FXE0RORfsO7goY&hl=pt-BR&ei=BXtQTYubBITVgQeNs6D8Dw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CCsQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false> Acesso em: 25 jan 2011.

BERTUCCI NETO, V. **Copenhague, o bagaço e o etanol**. São Carlos: Agrosoft Brasil, 2010. Disponível: <<http://agrosoft.com/pdf.php/?node=213043>>. Acesso em: 16 jan. 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BONOME, L. T. S., GUIMARÃES, R. M., OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRAL, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.422-428, 2006.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, vol.58, n.1, p. 43-49, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária - Mapa/ACS, 2009. 395p.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-62.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-62.

CARNEIRO, V. T. C.; ARAÚJO, A. C. G.; DUSI, D. M. A., CABRAL, G. B.; RODRIGUES, J. C. M.; ALVES, E. R.; SILVEIRA, E. D.; LACERDA, A. L. M.; GOMES, A. C.; FALCÃO, R. **Contribuição da biotecnologia ao domínio da apomixia de *Brachiaria* SP**. Brasília: Cenargen/EMBRAPA, 2003. P. 1-4 (Comunicado técnico, 95).

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

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-62.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, W. L.; REIS, F. P. Influência do tratamento com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Revista Ceres**, Lavras, v.41, n. 236, p.451-458, 1996.

CONDE, A. R.; GARCIA, J. Efeito da época de colheita sobre o potencial de armazenamento das sementes de capim braquiária em condições ambientais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.2, p.85-92, 1985.

CUSTÓDIO, C. C. **Efeito do ácido sulfúrico concentrado sobre o potencial fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha* (a. rich.) stapf cv. 'marandu' e *Brachiaria humidicola* (rendle) schweick. cv. 'tully' durante o armazenamento**. Rio Claro, 2000. 202f. Tese (Doutorado)– Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Rio Claro.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. Dordrech: Kluwer Academic, 1988. Disponível em: <http://www.biology-online.org/11/10_growth_and_plant_hormones.htm> Acesso em: 25 jan. 2011.

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

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-21, 2004.

FARON, M. L. B.; PERECIN, M. B.; LAGO, A. A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B. Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.193-199, 2004.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.

FRANÇA, L. V.; BARBOSA, M. A. A. F.; ANDRADE, R. P. Viabilidade financeira de produção de sementes de *Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu no cerrado do planalto central. Planaltina: **UPIS**, 2005. 30p.

GALLÃO, M. I. **Ecologia da germinação**. Fortaleza: UFC. Disponível em: <<http://www.biologia.ufc.br/backup/docentes/IzabelGallao/PosGrad/Ecologia.da.germ.inacao.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

GARCIA, N. Por **quais motivos as sementes do gênero *Brachiaria* VC 36% afrontam a lei?** Tribunal Rural: cultivarnet, 2010. Disponível em: <http://www.cultivarnet.com.br/pdf/TribunaRural_edicao19_pg21.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2011.

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-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**, Londrina, v.30, n.3, p.30-38, 2008.

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

HOPKINSON, J. M.; SOUZA, F. H. D. De; et al. Reproductive phisyology, seed production, and seed quality of *Brachiaria*. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L. et al. ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. CIAT/EMBRAPA: Cali, n. 259, 1996. 288p.

JARK FILHO, W. **Estudo sobre a quebra de dormência em sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf**. 1976. 63f.. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Water deficiency at different developmental stages of Glycine max can improve drought tolerance. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.43-49, 2008.

KRZYŻANOWSKI, F; FRANÇA-NETO, J. B. **Agregando valor à semente de soja**. Seed News, n. 5, 2003. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed75/artigocapa75.shtml>> Acesso em: 5 maio 2007.

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

LARS, S. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds**. Denmark: Borch Tryc A/S, 2002. 532p.

LUPATINI, G. C. **Produção, características morfológicas e valor nutritivo de cultivares de *Brachiaria brizantha* submetidas a duas alturas de resíduos**. 2010. 64f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MACEDO, M. C. M. Pastagem no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ/UFG, 2005. p. 36-84.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, numero do evento, 1995, Brasília. **Anais...** p. 28 – 62, 1995.

MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.142-148, 2006.

MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Ciencia Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p. 678-684, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo:Ceres, 2006. 638p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINS, L.; SILVA, W. R. Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.7, p.997-1003, 2001.

MENEZES, N. L. **A Semente e sua germinação**. Santa Maria: UFSM.. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/sementes/germinar.htm>> Acesso em: 5 maio 2007.

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

METIVIER, J. R. Citocininas e giberelinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 1986. v.2, p.93-162.

METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. (Org). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. p.343-92.

MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Growth of *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu in nutrient solution with macronutrient omissions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n.1, p.135-41, 1995.

MONTÓRIO, G. A., BRACCINI, A. L., SCAPIM, C. A., OLIVEIRA, V. R., BRACCINI, M. C. L. 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.

MUNHOZ, R. E. F., ZONETTI, P. C., ROMAN, S. Superação da dormência em sementes e desenvolvimento inicial em *Brachiaria brizantha* cv MG5 através da escarificação com ácido sulfúrico. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v.2, n.1, p.55-67, 2009.

NI, B. R.; BRADFORD, K. J. Germination and dormancy of abscisic acid and gibberellin – deficient mutant tomato (*Lycopersicum esculentum*) seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.101, p.607-617, 1993.

PEREIRA, A. V.; SOBRINHO, F. S.; SOUZA, F. H. D. Tendências do melhoramento genético e produção de sementes de forrageiras no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, n.7, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFL, 2003. p. 36-63.

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

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.

RUGGIERO, C. **Mamão**. Jaboticabal: Departamento de Horticultura FCAV-UNESP, 1988. 321p

TOLEDO, F. F. ; NOVENBRE, A. D. L. C. ; CHAMMA, H. M. C. P. . Quantidade de solução de nitrato de potássio e a germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 441-445, 1994.

TOMAS , C. A.; MARTINS, C. C.; CARVALHO, L. R.; NAKAGAWA, J. Duração do teste de germinação do capim-tanzânia. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.80-87, 2010.

USBERTI, R. Determinação do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste do envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p.691- 699, 1999.

WHILEY, A. Environmental effects on phenology and physiology of mango. A review. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, Miami, Flórida 1993. **International Society for Horticulturae Science**. Acta Hotriculturae: Wageningen, v. 341, p. 168-176, 1993. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/341/341_17.htm >. Acesso em: 25 jan. 2011.

CAPÍTULO II. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico com nutrientes e/ou reguladores de crescimento

Resumo: O condicionamento fisiológico das sementes pode influenciar de forma benéfica a qualidade das mesmas, entretanto há necessidade de estudos para cada espécie e cultivar. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do condicionamento osmótico com soluções mistas (1:1) constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução nutritiva, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entre eles, na qualidade fisiológica e composição química das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da Unesp - Campus de Ilha Solteira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) e o estudo foi constituído por soluções mistas (1:1) formadas por PEG 8000, com potencial de -1,5 MPa a 25°C + solução com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante, e associação entre eles, em descrição que se segue: PEG 8000 + soluções com nutrientes (KNO_3 0,2%, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%); PEG 8000 + reguladores de crescimento ou bioestimulante (Citocinina – CIN 1,62 mg L⁻¹, Giberelina - GA_3 0,5 mg L⁻¹, Auxina – IBA 0,5 mg L⁻¹ e Bioestimulante - Stimulate® 1%), PEG 8000 + solução com nutrientes + reguladores de crescimento ou bioestimulante (KNO_3 0,2% + Giberelina - GA_3 0,5 mg L⁻¹, KNO_3 0,2% + Bioestimulante - Stimulate® 1% e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2% + Giberelina - GA_3 0,5 mg L⁻¹) e testemunha, com quatro repetições. Avaliou-se a germinação, vigor e composição química das sementes. Conclui-se que o condicionamento osmótico não teve efeito positivo na qualidade fisiológica das sementes, porém o condicionamento com PEG 8000 + KNO_3 , PEG 8000 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e PEG 8000 + Bioestimulante proporcionam aumento de potássio, cálcio e magnésio, respectivamente, na composição química das sementes de *B. brizantha*.

Palavra –chave: cv. MG-5 Vitória, fitoreguladores. KNO_3 . Polietileno glicol 8000. Condicionamento fisiológico.

Physiological quality and chemical composition of *Brachiaria brizantha* seeds as a function of priming with nutrients and /or growth regulators

Abstract The priming can influence physiological seed so beneficial to their quality, studies are needed for each species and cultivar. The objective was to evaluate the effects of priming with mixed solution (1:1) consisting of PEG 8000 + with nutrient solution, plant growth regulator or plant growth regulator, and association between, on the physiology and chemical composition of seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. The work was conducted at the Laboratory of Seed Analysis - Unesp Ilha Solteira. The experimental design was completely randomized (CRD) and the study was composed of mixed solution (1:1) consisting of polyethylene glycol 8000 (PEG 8000), with a potential of -1.5 MPa at 25 ° C + with nutrient solution, regulators growth or growth promoter, and association between them in the following description: PEG 8000 + with nutrient solutions (KNO_3 0.2%, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.2%), PEG 8000 + growth regulators or plant growth regulator (Cytokinin - CIN 1.62 mg L⁻¹, Gibberellins - GA₃ 0.5 mg L⁻¹, Auxin - IBA 0.5 mg L⁻¹ and Biostimulant - Stimulate® 1 %), PEG 8000 + solution with nutrients or growth regulators, plant growth regulator (KNO_3 0.2% + Gibberellins - GA₃ 0.5 mg L⁻¹, KNO_3 0.2% + Biostimulant - Stimulate® 1% and $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.2% + Gibberellins - GA₃ 0.5 mg L⁻¹) and control, with four replications. We evaluated the germination, and chemical composition of the seeds. We conclude that priming had no positive effect on physiological quality of seeds, but the conditioning with PEG 8000 + KNO_3 , PEG 8000 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and PEG 8000 + Biostimulant provide increased potassium, calcium and magnesium, respectively, the chemical composition of seeds of *B. brizantha*.

Words key: cv. MG-5 Vitória. Plant growth regulator. Polyethylene glycol 8000. KNO_3 . Priming.

1. Introdução

A utilização de sementes de alta qualidade é um fator importante para que ocorra o estabelecimento rápido das plântulas no campo, levando a um estande uniforme, refletindo na produtividade e na qualidade do produto colhido, atributos estes que são desejáveis pelos produtores e pesquisadores da área de tecnologia de sementes.

De modo geral, o condicionamento fisiológico e, por consequência, a embebição controlada de sementes, pode proporcionar melhoria na expressão do vigor, além de ativar os processos fisiológicos da germinação, sem que ocorra emissão da radícula. Porém é possível constatar que o efeito do condicionamento fisiológico vai depender das condições em que as sementes foram submetidas desde a sua formação em campo de produção até o seu destino final, como condições edafoclimáticas, tamanho, tipo e tratamento dessas sementes.

O condicionamento fisiológico em sementes pode ser aplicado através de várias formas, como imersão direta em água, umedecimento de substratos para embebição e contato com substâncias que realizam osmocondicionamento. O KNO_3 vem sendo utilizado em vários trabalhos devido a sua atuação na superação de dormência em sementes de várias espécies, provavelmente devido ao fato do nitrato sofrer redução e passar para a forma de nitrito, acarretando a reoxidação do NAD(P)H e, posteriormente, disponibilizando o NAD(P) , que atuará estimulando a via pentose fosfato e, conseqüentemente, a via do Ácido Chiquímico, através da Eritrose – 4 Fosfato. Essas duas vias são de extrema importância para a biossíntese de novos compostos. A Via Pentose Fosfato irá sintetizar a Ribulose 5- Fosfato utilizada na síntese de nucleotídeos, constituintes dos ácidos nucléicos (RNA e DNA) e síntese de coenzimas, que poderá influenciar o processo germinativo. A via do Ácido Chiquímico é de extrema importância para a biossíntese de aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina e tirosina), compostos fenólicos e outros compostos secundários.

Jeller e Perez (2003) constataram que, quando o condicionamento das sementes é favorável, ocorre o processo de mobilização de reservas, ativação e síntese de algumas enzimas, e início e aumento da síntese de DNA e RNA,

disponibilizando às sementes os precursores utilizados na síntese de macromoléculas. Essas sínteses podem estar relacionadas à remoção de certos agentes inibidores da germinação, como o ácido abscísico (ABA), ou à produção de fatores promotores, como o ácido giberélico. Taiz e Zeiger (2004) citaram que as giberelinas são substâncias que exercem papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle da hidrólise de reservas. Já Floss (2008) menciona que a citocinina é efetiva na promoção da germinação, pois aceleram a síntese protéica e estão envolvidas com a divisão das células do embrião.

Os reguladores vegetais aplicados exogenamente podem afetar internamente as respostas fisiológicas das sementes e os bioestimulantes tem sido usado em vários trabalhos com este propósito, por possuir em sua composição a mistura de auxina, ácido giberélico e citocinina. Pela facilidade de acesso aos produtores, existe atualmente no mercado a opção de uso do bioestimulante Stimulate®, que possui 0,09g L⁻¹ de cinetina (citocinina), 0,05g L⁻¹ de ácido giberélico (giberelina) e 0,05g L⁻¹ de ácido indolbutírico (auxina).

Sendo assim, considerando que o condicionamento fisiológico com o uso de reguladores e solução com nutrientes podem ser capazes de beneficiar a germinação e o vigor das sementes, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do condicionamento osmótico com soluções mistas (1:1) constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução com nutriente, reguladores de crescimento ou bioestimulante, e associação entre eles, sobre a qualidade fisiológica e composição química das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

2. Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia da Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira no período de junho a setembro de 2009. Foram utilizadas sementes puras de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória, sem tratamento prévio, oriunda de campos de produção de sementes do grupo Matsuda Importadora e Exportadora Ltda, da safra 2007/2008, cuja qualidade fisiológica e química inicial está apresentada na TABELA II - 1.

TABELA II - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica e química inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2009.

Grau de umidade	Massa de 1000 sementes	Tetrazólio 1ª contagem germinação	Teste de Germinação	IVG ¹	Teores de nutrientes					
					N	P	K	Ca	Mg	S
%	g	-----%	-----		-----g kg ⁻¹ -----					
11,1	11,2	81	8	40	1,6	19,8	2,7	2,4	0,4	1,7 1,5

¹Índice de velocidade de germinação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) e foi avaliado o condicionamento osmótico com soluções mistas (1:1) constituídas por polietileno glicol 8000 (PEG 8000), com potencial de -1,5 MPa a 25°C + solução com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante, e associação entre eles, em descrição que se segue: PEG 8000 + soluções (KNO₃ 0,2%, Ca(NO₃)₂ 0,2%); PEG 8000 + reguladores de crescimento ou bioestimulante (Citocinina – CIN 1,62 mg L⁻¹, Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹, auxina – IBA 0,5 mg L⁻¹ e bioestimulante - Stimulate® 1%), PEG 8000 + solução com nutrientes + reguladores de crescimento ou bioestimulante (KNO₃ 0,2% + Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹, KNO₃ 0,2% + bioestimulante - Stimulate® 1% e Ca(NO₃)₂ 0,2% + Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹) e testemunha, com quatro repetições. As avaliações realizadas foram: grau de umidade da semente (%), primeira contagem de germinação aos 7 dias (%), teste de germinação (%), índice de velocidade de germinação e qualidade química da semente (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre).

Antes da aplicação dos diferentes tratamentos, as sementes foram submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos. Logo após, as sementes foram lavadas em água corrente deionizada e colocadas para secar em papel toalha.

Os reguladores de crescimento utilizados foram: Citocinina na forma de Cinetina (CIN), Giberelina na forma de Ácido Giberélico (GA₃) e Auxina na forma de Ácido Indolbutírico (IBA). O bioestimulante utilizado foi o Stimulate® produzido pela Stoller Interprises Inc., contendo reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados. Os reguladores vegetais que fazem parte da sua constituição são o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%.

A solução de polietileno glicol 8000 (PEG-8000) empregada para obter o potencial hídrico -1,5 MPa a 25 °C, foi preparada de acordo com a tabela indicada por Villela e Beckert (2001). Utilizou-se o potencial hídrico -1,5 MPa baseado nos resultados obtidos por Bonome et al. (2006), que trabalhou com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Para o condicionamento osmótico das sementes, as mesmas foram colocadas entre camadas de papéis toalhas apropriados (Germitest), sobre duas folhas e recoberta por uma. O substrato foi umedecido com as diferentes soluções numa quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do mesmo, envolvidas em sacos plásticos e mantidas na posição vertical em um germinador a 25 °C por 6 horas. Posteriormente as sementes foram secas a 32 °C por 24 horas, em estufa com circulação de ar. O tempo de condicionamento foi baseado nos resultados obtidos por Bonome et al. (2006).

As sementes de cada tratamento foram avaliadas por meio dos seguintes parâmetros ou testes:

Grau de Umidade das sementes - Foi determinado pelo método da estufa, a 105± 3 °C durante 24 horas, conforme a metodologia indicada pelas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) antes e após a realização dos tratamentos.

Primeira contagem de germinação - Realizada juntamente com o teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais aos 7 dias após a instalação do ensaio (NAKAGAWA, 1999).

Teste de germinação – Foi realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes em gerbox a 30°C, mantendo-se a temperatura constante, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação – Foi realizado em conjunto com o teste de germinação, onde o índice de velocidade foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + G_n/N_n \quad \text{onde;}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ..., Gn = número de plântulas germinadas a 1, 2, ..., n dias após a semeadura, respectivamente;

N1, N2, ..., Nn = número de dias após a implantação do teste.

Determinação de N, P, K, Ca, Mg, e S – A determinação de K foi realizada através da fotometria de chama e N, P, Ca, Mg e S foi determinado em espectrofotômetro de absorção atômica. Os dados foram expressos em g kg⁻¹ de semente (SILVA, 1999).

Todos os dados, foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias. Foi utilizado o programa SANEST, Sistema de análise Estatística para microcomputadores (ZONTA; MACHADO, 1986).

3. Resultados e discussão

Na Tabela II - 2 verificou-se que o grau de umidade das sementes teve influência pela prática do condicionamento osmótico, tendo maiores leituras com a utilização de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina em comparação a testemunha, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, Citocinina (CIN 1,62 mg L⁻¹), Auxina (IBA 0,5 mg L⁻¹) e Bioestimulante (Stimulate® 1%). O condicionamento osmótico com KNO_3 0,2%, Giberelina (GA_3 0,5 mg L⁻¹), KNO_3 + Giberelina e KNO_3 + Bioestimulante não diferiram do tratamento com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina. O condicionamento osmótico propiciou maior grau de umidade independente do tratamento utilizado, fato esperado pelo contato da água com as sementes durante o condicionamento osmótico.

A utilização de KNO_3 0,2% como nutriente no condicionamento osmótico proporcionou maior valor na avaliação de primeira contagem de germinação aos 7 dias em comparação com o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, KNO_3 + Giberelina, KNO_3 + Bioestimulante e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina; porém não se diferiu dos tratamentos com Bioestimulante (Stimulate® 1%), Auxina (IBA 0,5 mg L⁻¹), Giberelina (GA_3 0,5 mg L⁻¹), Citocinina (CIN 1,62 mg L⁻¹) e Testemunha (sem condicionamento).

Pode-se observar que o condicionamento osmótico com a KNO_3 0,2% proporcionou melhoria da germinação, quando comparado com o tratamento $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina. Kissman et al. (2010), ao trabalharem com sementes de *Stryphnodendron adstringens*, *S. obovatum* e *S. polyphyllum* citaram que o tratamento de embebição em KNO_3 causou uma redução linear da porcentagem de germinação com o aumento do tempo de condicionamento. Bonome et al. (2006) afirma que o KNO_3 , devido ao baixo peso molecular pode penetrar nos tecidos das sementes causando fitotoxidez, a qual tende a ser mais severa quanto maior o tempo de exposição das sementes à solução. Perez e Negreiros (2002) observaram redução do poder germinativo das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula) pré-condicionadas em KNO_3 , sendo que esta redução foi ainda mais acentuada com o aumento da concentração de KNO_3 de -0,5 MPa para -1,0 MPa.

TABELA II - 2. Grau de umidade das sementes após o condicionamento osmótico, primeira de contagem de germinação (7 dias), teste de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) em função do condicionamento osmótico em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

Condicionamento osmótico	Grau de umidade	1ª contagem germinação	Teste de Germinação	IVG
	----- % -----			
Testemunha (sem condicionamento)	¹ 11,12 c	8 abc	40 ab	1,61 abc
KNO ₃ 0,2%	28,6 ab	18 a	59 a	2,61 a
Ca(NO ₃) ₂ 0,2%	26,12 b	4 c	42 ab	1,48 bc
Citocinina (CIN 1,62 mg L ⁻¹)	26,03 b	8 abc	53 ab	2,01 abc
Giberelina (GA ₃ 0,5 mg L ⁻¹)	27,94 ab	15 ab	45 ab	2,41 ab
Auxina (IBA 0,5 mg L ⁻¹)	26,24 b	8 abc	47 ab	1,78 abc
Bioestimulante (Stimulate® 1%)	26,38 b	9 abc	41 ab	1,69 abc
KNO ₃ + Giberelina	26,89 ab	6 bc	32 ab	1,32 c
KNO ₃ + Bioestimulante	26,95 ab	5 bc	32 ab	1,27 c
Ca(NO ₃) ₂ + Giberelina	29,1 a	3 c	30 b	1,14 c
DMS	2,6	11	27,3	1,1
C. V. (%)	2,6	56,5	26,2	25,9

¹Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes com da primeira contagem de germinação foi obtido para índice de velocidade de germinação, evidenciando que o condicionamento com nitrato de potássio influenciou de forma positiva o vigor das sementes, proporcionando uma maior velocidade de germinação.

Na Tabela II – 3 estão os resultados obtidos de teores de nutriente nas sementes, sendo que os teores de nitrogênio e enxofre não foram influenciados pelo condicionamento osmótico. Para os teores de fósforo, o condicionamento osmótico com KNO₃ 0,2% e Ca(NO₃)₂ 0,2% proporcionou aumento nos teores desse elemento, quando comparados com tratamentos utilizando Citocinina (CIN 1,62 mg L⁻¹), KNO₃ + Giberelina, KNO₃ + Bioestimulante e Ca(NO₃)₂ + Giberelina.

O condicionamento osmótico com solução de KNO₃ 0,2% proporcionou maiores teores de potássio, quando comparado com condicionamento realizado com KNO₃ + Giberelina e Testemunha (sem condicionamento). Maior teor de cálcio nas

sementes foi proporcionado ao se utilizar o condicionamento com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, em relação à testemunha e demais tratamentos, porém, não diferindo do e KNO_3 0,2%. O condicionamento osmótico teve efeito sobre os teores de magnésio nas sementes de *Brachiaria brizantha*, sendo a aplicação de condicionamento osmótico com Bioestimulante (Stimulate® 1%), proporcionou maiores teores de magnésio em relação aos tratamentos com KNO_3 + Giberelina, KNO_3 + Bioestimulante e testemunha (sem condicionamento).

TABELA II - 3. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em sementes *B. brizantha* cv. MG-5, após o condicionamento osmótico. Ilha Solteira (SP), 2009.

Condicionamento osmótico	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Testemunha (sem condicionamento)	19,827	2,705 ab	2,410 bc	0,395 bc	1,753 bc	1,468
KNO_3 0,2%	18,112	3,545 a	3,203 a	0,538 ab	2,243 ab	1,333
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%	18,743	3,378 a	2,910 abc	0,593 a	2,160 ab	1,310
Citocinina (CIN 1,62 mg L ⁻¹)	20,178	2,023 b	2,745 abc	0,275 c	1,915 abc	1,168
Giberelina (GA ₃ 0,5 mg L ⁻¹)	18,795	2,515 ab	2,825 abc	0,273 c	1,978 abc	1,048
Auxina (IBA 0,5 mg L ⁻¹)	18,743	2,733 ab	2,728 abc	0,375 bc	2,003 abc	1,506
Bioestimulante (Stimulate® 1%)	18,462	3,048 ab	2,990 ab	0,405 bc	2,363 a	1,233
KNO_3 + Giberelina	20,545	2,010 b	2,310 c	0,403 bc	1,565 c	1,653
KNO_3 + Bioestimulante	19,898	2,130 b	2,598 abc	0,370 c	1,745 bc	1,600
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina	19,758	2,090 b	2,585 abc	0,403 bc	1,860 abc	1,213
DMS	2,5	1,23	0,7	0,2	0,5	0,9
C. V. (%)	5,4	19,4	10,1	17,6	10,8	26,3

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar, na Tabela II – 4, ao se separar os tratamentos de condicionamento osmótico (CO) em CO + Nutrientes (Nu), CO + Bioestimulante (Bi) e CO + associação entre Nu e Bi, que o condicionamento com nutrientes proporcionou o maior valor médio de germinação (50,5 %), com um aumento de 10,5 pontos percentuais em relação à testemunha e um aumento no valor relativo de 26,3

% na germinação em relação o tratamento sem condicionamento. É possível evidenciar, também, que o condicionamento osmótico com regulador ou bioestimulante proporcionou aumento da germinação de sementes de *B. brizantha*. Todavia, a associação de nutrientes + regulador ou bioestimulante, causou uma queda na germinação em relação à testemunha.

O condicionamento com KNO_3 proporcionou melhoria na expressão do vigor de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória quando as mesmas são escarificadas. É importante salientar que novos estudos devem ser realizados afim de avaliar o comportamento do condicionamento osmótico em sementes não escarificadas.

TABELA II - 4. Média da germinação com condicionamento osmótico com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entres eles em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

Tratamentos	Média da germinação	Aumento da germinação com condicionamento	² Valor relativo
Condicionamento Osmótico	----- % -----	¹ p. p.	----- % -----
Testemunha (Sem condicionamento)	40	—	—
Condicionamento com nutrientes (Nu)	50,5	10,5	26,3
Condicionamento com regulador ou bioestimulante (Bi)	49	9	22,5
Condicionamento com associação (Nu + Bi)	31,3	- 8,7	- 21,8

¹p.p.= pontos percentuais; ²valor relativo = aumento relativo da germinação com o condicionamento osmótico.

4. Considerações finais

O condicionamento osmótico com soluções constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entre eles não teve efeito positivo na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

O condicionamento osmótico com Polietileno glicol 8000 + KNO_3 , Polietileno glicol 8000 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e Polietileno glicol 8000 + Bioestimulante proporcionaram aumento nos teores de potássio, cálcio e magnésio, respectivamente, na composição química das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

5. Referências

BONOME, L. T. S.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRAL, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n.3, p. 422-428, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed.Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excelsa* seeds. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n.1, p.61-68, 2003.

KISSMANN, C.; SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON, S. P. Q; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. Osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, vol. 32, nº 2 p. 026-035, 2010.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-24, 1999.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NEGREIROS, G.F. Pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.175-183, 2002.

SILVA, F. C. (org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999, 370p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VILLELA, F. A.; BECKERT, O. P. Potencial osmótico de soluções aquosas de polietileno glicol 8000. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p.267-275, 2001 (Comunicado Técnico).

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e matemática, 1986. 150p.

CAPÍTULO III - Períodos de envelhecimento artificial na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*.

Resumo: A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos e nas sementes de forrageiras o armazenamento é um método utilizado que pode influenciar qualidade das sementes. Assim, a avaliação do emprego do envelhecimento artificial para cada tipo de espécie e cultivar é de grande importância. O objetivo do trabalho foi verificar os efeitos causados por diferentes períodos de envelhecimento artificial na germinação e vigor de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da Unesp - Campus de Ilha Solteira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) sendo que as sementes foram submetidas a oito períodos de envelhecimento acelerado (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas). Avaliou-se a germinação e vigor das sementes. Conclui-se que a germinação de sementes *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória não foi influenciada pelos períodos de exposição das sementes ao envelhecimento artificial, porém, o aumento do período de exposição ao envelhecimento artificial influenciou de forma linear positiva o vigor das sementes *B. brizantha*.

Palavras-chave: cv. MG-5 Vitória. Germinação. Vigor. Deterioração.

Periods of artificial aging on physiological quality of seeds of *Brachiaria brizantha*

Abstract The physiological quality has been one of the most important aspects in recent years, the pasture seed storage is a method that can influence seed quality. Thus, evaluating the use of artificial aging for each type of species and cultivar is great importance. The objective was to evaluate the effects caused by different periods of aging in artificial germination and vigor of *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. The work was conducted at the Laboratory of Seed Analysis - Unesp Ilha Solteira. The experimental design was completely randomized (CRD) and seeds were subjected to eight periods of accelerated aging (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168 hours). We evaluated the germination and vigor. It was concluded that seed germination *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória was not influenced by periods of exposition to artificial aging, but increase the period of exposure to artificial aging influenced linearly positive seed vigor *B. brizantha*.

Words key: cv. MG-5 Vitória. Germination. Vigor. Deterioration.

1. Introdução

Sementes com alta qualidade são fundamentais para o adequado estabelecimento de uma cultura em campo e para as gramíneas forrageiras este fato é essencial, visto que a sua representação econômica no mercado interno e externo é de grande importância. Atualmente, espécies do gênero *Brachiaria* ocupam grandes áreas, principalmente de cerrado, e sua contribuição é marcante no cenário nacional, pois participa indiretamente na produção de carne e leite. No entanto, um dos obstáculos que sementes destas espécies vem enfrentando é a dormência, como é o caso de sementes de *Brachairia brizantha*, cv. MG-5 Vitória.

Sementes dormentes são aquelas que, embora viáveis, não germinam mesmo em condições apropriadas, com fornecimento de temperatura favorável e adequado suprimento de água e oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Alguns métodos são recomendados para a superação total da “dureza” das sementes, como tratamentos químicos, escarificação mecânica e tratamento térmico com o uso de temperaturas elevadas. A eficiência do tratamento é variável segundo a espécie. As tropicais respondem melhor a métodos onde é utilizada a exposição ao calor, visto que tratamentos de superação de dormência devem simular as condições ambientais pelas quais passam as sementes no seu “habitat” natural (GARCIA; BASEGGIO, 1999).

Segundo Meschede et al. (2004) o envelhecimento artificial é uma tecnologia eficiente para superação de dormência de sementes de capim-braquiária cultivar Marandu, contudo o período de exposição pode variar com a qualidade inicial do lote.

Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento artificial tem sido reconhecido como um dos mais utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de diversas espécies. Rossetto e Marcos Filho (1995) afirmaram que o teste de envelhecimento acelerado consiste em avaliar a resposta das sementes por meio de teste de germinação, após elas terem sido submetidas à temperatura elevada e umidade relativa do ar próxima a 100%, por determinado período de exposição. Silva e Silva (2000) citaram que fatores como contaminação inicial das sementes por

microorganismos podem interferir na interpretação dos dados do teste de envelhecimento acelerado.

Diante do exposto, o objetivo foi verificar os efeitos causados por períodos de envelhecimento artificial na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

2. Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia da Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira no período de outubro a dezembro de 2009. Foram utilizadas sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória puras e sem nenhum tratamento prévio, oriunda de campos de produção de sementes do grupo Matsuda Importadora e Exportadora Ltda, da safra 2007/2008, cuja qualidade fisiológica está apresentada na Tabela III - 1.

TABELA III - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2010.

Grau de umidade das sementes	Massa de 1000 sementes	Tetrazólio	1ª Contagem de germinação	Teste de germinação	¹ IVG	1ª Contagem da emergência	Emergência	² IVE
-----%-----	-----g-----	-----%-----				-----%-----		
10,18	11,02	80,5	10	25	1,11	6	18	0,90

¹IVG = Índice de velocidade de germinação; ²IVE = Índice de velocidade de emergência.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC), sendo os tratamentos constituídos por períodos de envelhecimento artificial (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas), com quatro repetições. As avaliações realizadas foram: grau de umidade das sementes (%), primeira contagem de germinação aos 7 dias (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio, primeira contagem da emergência (%), teste de emergência em vaso (%) e índice de velocidade de emergência.

O envelhecimento artificial foi realizado pelo método do gerbox descrito por Marcos Filho (1999). Após a colocação da tampa, as caixas foram levadas ao germinador regulado à temperatura de 41°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$) onde permaneceram durante os períodos estabelecidos.

As sementes de cada tratamento foram avaliadas por meio dos seguintes parâmetros ou testes:

Grau de Umidade das sementes - Foi determinado pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C durante 24 horas, conforme a metodologia indicada pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), antes e após a realização dos tratamentos.

Primeira contagem de germinação e emergência - Realizada juntamente com o teste de germinação e emergência, registrando-se a porcentagem de plântulas normais aos 7 dias após a instalação do ensaio (NAKAGAWA, 1999).

Teste de germinação – Foi realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes distribuídas de forma equidistante sobre o papel, em gerbox, e levados para BOD a 30°C, mantendo-se a temperatura constante, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação e emergência – Foi realizado em conjunto com o teste de germinação e emergência, onde o índice de velocidade para cada tratamento foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG (E) = G1/N1 + G2/N2 + \dots + G_n/N_n \quad \text{onde;}$$

IVG (E) = índice de velocidade de germinação/emergência;

G1, G2, ..., Gn = número de plântulas germinadas/emergidas a 1, 2, ..., n dias após a semeadura, respectivamente;

N1, N2, ..., Nn = número de dias após a implantação do teste.

Teste de viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio - Foi realizado através do teste de tetrazólio, utilizando-se 200 sementes de cada tratamento. As sementes foram submetidas a um pré-condicionamento, realizado com embebição em papel toalha umedecida com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, por 6 horas a temperatura de 25°C. Decorrido o tempo de embebição, as sementes foram submetidas a um corte manual em sentido longitudinal e a imersão de uma das partes em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio 0,1%, por aproximadamente 2 horas a uma temperatura de 30°C. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e em seguida realizada a avaliação dos embriões para a identificação e contagem das sementes viáveis e mortas.

Teste de emergência em vaso - Foi realizada com quatro sub-amostras de 50 sementes em caixas plásticas, mantendo-se a temperatura ambiente. O substrato utilizado (Plantmax®) foi umedecido com água destilada. As contagens foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Foi feita a regressão polinomial para o fator envelhecimento artificial. Utilizou-se o programa SANEST, Sistema de análise Estatística para microcomputadores (ZONTA; MACHADO, 1986), para a realização das análises. Na primeira contagem de emergência foi utilizada a transformação pelo arco seno de raiz ($\sqrt{x+100}$).

3. Resultados e discussão

Na Tabela III – 2 estão apresentados os valores médios de F, níveis de significância e coeficiente de variação das diferentes avaliações em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Foi verificado que os dados obtidos de grau de umidade, primeira contagem de germinação (7 dias), índice de velocidade de germinação, viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio, primeira contagem de emergência (7 dias), emergência em vaso e índice de velocidade de emergência se ajustaram e equações lineares, não ocorrendo ajuste para o teste de germinação.

TABELA III - 2. Valores médios de F, níveis de significância e coeficiente de variação de grau de umidade, primeira contagem de germinação (7 dias), índice de velocidade de germinação, teste germinação, viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio, primeira contagem de emergência (7 dias), emergência em vaso e índice de velocidade de emergência de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

BRZANTRA cv. MO-S. linha Cordeira (Gr. 1), 2009.									
Tratamentos		Grau de umidade sementes	1ª Contagem da Germinação	¹ IVG	Germinação	Tetrazólio	1ª Contagem Emergência	Emergência	² IVE
		----- % -----	----- % -----				----- % -----		
F	R. L.	15,18 ^{**}	6,35 ^{**}	4,61 ^{**}	2,94 ^{n.s.}	51,59 [*]	8,99 [*]	8,25 [*]	10,75 [*]
	R. Q.	1,86 ^{n.s.}	0,22 ^{n.s.}	0,08 ^{n.s.}	0,01 ^{n.s.}	7,11 ^{**}	0,21 ^{n.s.}	0,74 ^{n.s.}	0,39 ^{n.s.}
C.V.(%)		22,14	49,28	36,67	32,62	8,51	2,08	17,89	26,55

R.L. = Regressão Linear; R.Q. = regressão quadrática; ¹IVG = índice de velocidade de germinação; ²IVE = índice de velocidade de emergência; ^{n.s.} não significativo; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ^{**} significativo a 1% de probabilidade.

O grau de umidade da semente, que é influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, foi crescente com o aumento da exposição das sementes ao envelhecimento artificial (Figura III - 1). Isto leva a uma maior deterioração da semente, o que provoca uma menor integridade do seu sistema de membranas e/ou menor seletividade, permitindo assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade. Maia et al. (2007) afirmaram que o aumento no tempo de exposição ao envelhecimento acelerado pode proporcionar maior incremento no teor de umidade nas sementes condicionadas e esse fato aliado à temperatura elevada (45°C), imposta pelo teste de envelhecimento, resulta em um processo de deterioração mais acelerado das

sementes do que aquelas sementes submetidas a temperaturas menores. A porcentagem de plântulas normais oriundas das sementes de *B. brizantha* avaliadas na primeira contagem do teste de germinação, aos 7 dias, apresentou efeito positivo com a maior exposição ao envelhecimento artificial (Figura III - 2). Este fato pode ser decorrente ao envelhecimento artificial ter propiciado a ativação de enzimas que podem influenciar nas atividades metabólicas e desta forma promover uma germinação mais rápida, verificado pelo acréscimo na primeira contagem de germinação com exposição das sementes a temperatura e umidade relativa alta.

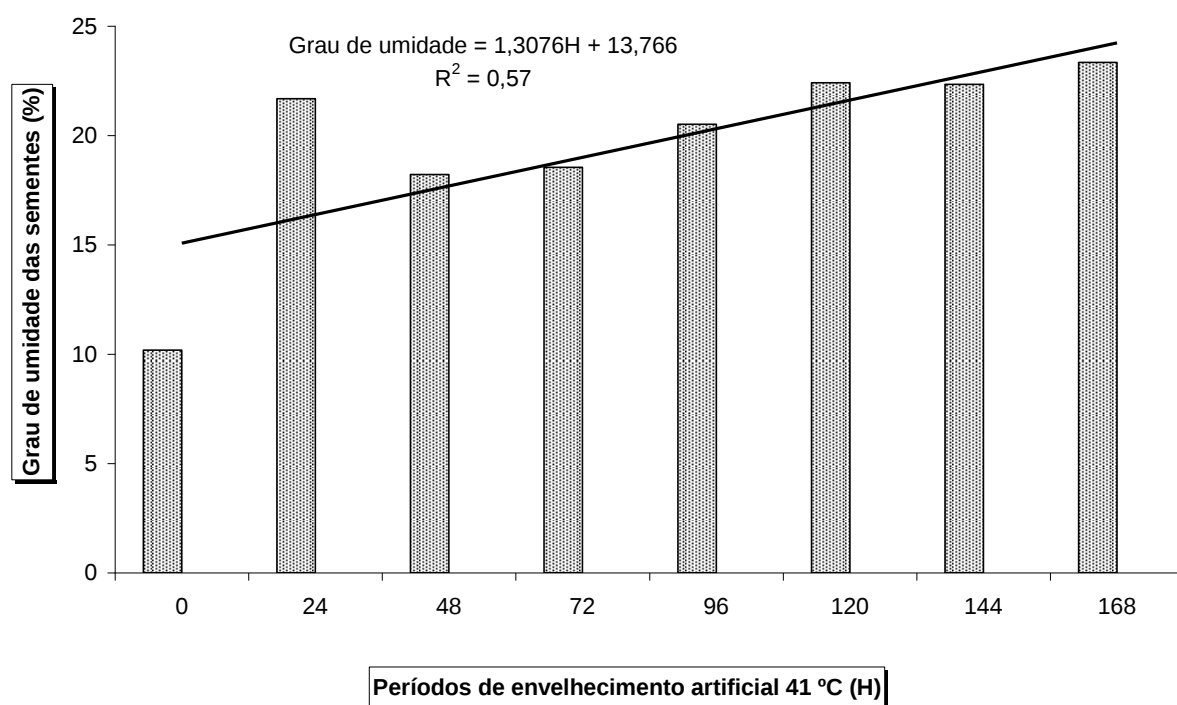


FIGURA III - 1. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o grau de umidade (%) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

O envelhecimento artificial tem uma influência positiva no índice de velocidade de germinação (Figura III - 3) decorrente, talvez, pelo fator mencionado anteriormente na germinação, em que a ativação de enzimas que influencia nas atividades metabólicas provoca o aumento no índice de velocidade de germinação mais rapidamente. Consequentemente, maior será a capacidade das sementes em estabelecer uma população de plântulas rapidamente, uniformemente e adequadamente.

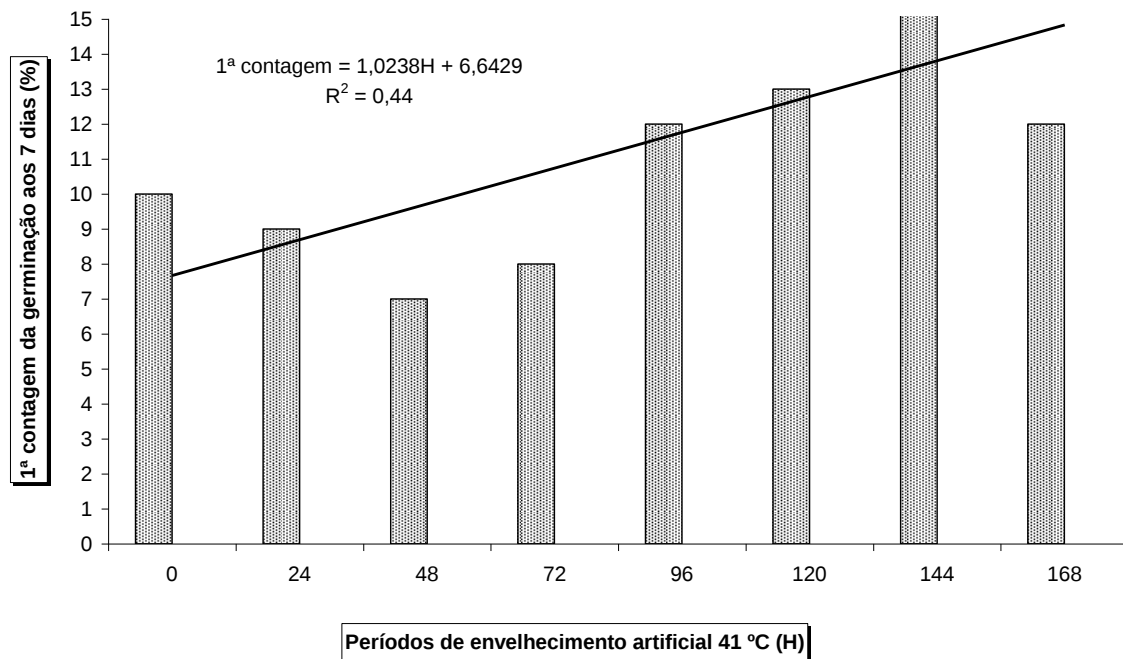


FIGURA III - 2. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a primeira contagem de germinação aos 7 dias (%) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

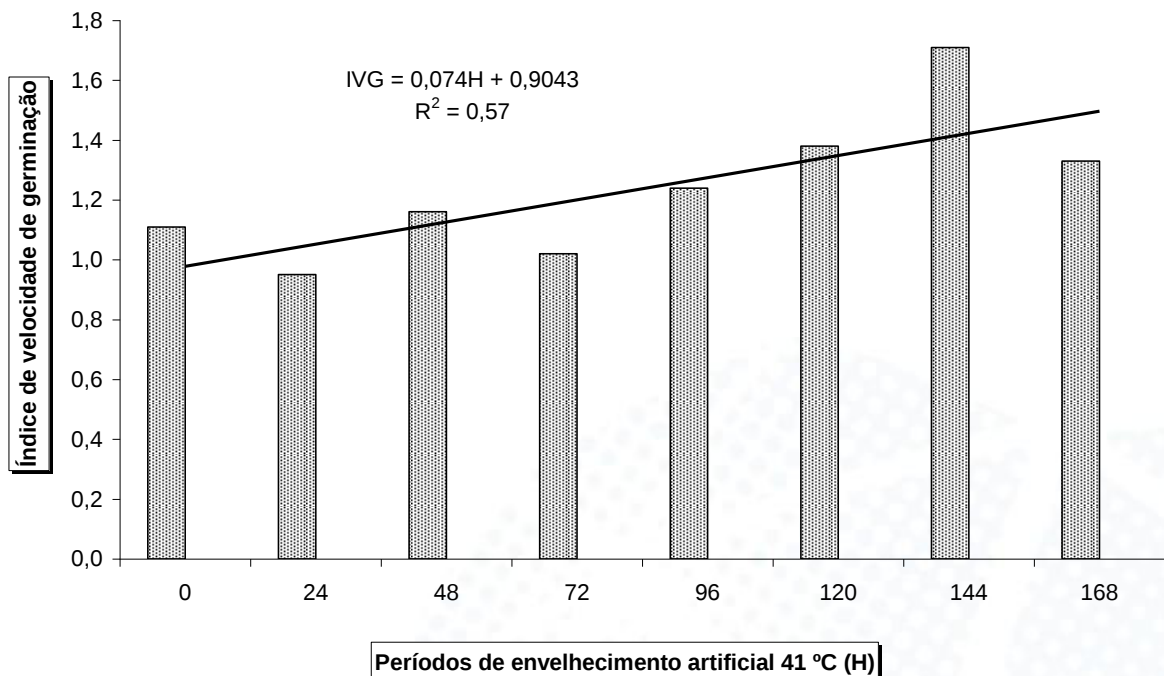


FIGURA III - 3. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o índice de velocidade de germinação de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

Através dos resultados da Tabela III – 3 verificou-se que os períodos de envelhecimento artificial não influenciaram a germinação. Maia et al. (2007), estudaram sementes de trigo com exposição ao envelhecimento acelerado por zero, 24, 48, 72 e 96 horas com temperaturas de 41 ou 43°C, verificaram que os períodos de zero, 24 e 48 horas de envelhecimento não afetaram a germinação das sementes. Entretanto, a partir de 72 horas de exposição, a germinação foi sendo reduzida gradativamente. Já o emprego de 45°C promoveu efeitos drásticos, sendo letal para as sementes em todos os tempos de tratamento, não tendo sido verificada germinação. Marcos Filho (2005) considera que as sementes correspondem a um conjunto organizado de células cujo metabolismo depende da atividade de diversas enzimas. Assim, é de se esperar que, em temperaturas altas, ocorra a inativação de proteínas e um descompasso metabólico que poderia comprometer a germinação.

TABELA III - 3. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a germinação de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

----- % -----	Período de envelhecimento acelerado (h)							
	0	24	48	72	96	120	144	168
Teste de germinação	25	22	28	25	27	30	34	29

A porcentagem de sementes viáveis, pelo teste de tetrazólio, apresentou redução com a maior exposição ao envelhecimento artificial (Figura III - 4). Isto era esperado, pois quanto maior a exposição ao envelhecimento artificial, maior é a taxa de deterioração das sementes, consequência da exposição das mesmas as condições adversas de alta temperatura e umidade relativa; fatores estes que são considerados os mais relacionados com a deterioração das sementes. Maia et al. (2007) relatam que o envelhecimento das sementes (trigo) ocasiona atraso no processo germinativo, menor crescimento do embrião e aumento de susceptibilidade a estresses ambientais, levando eventualmente à perda de viabilidade.

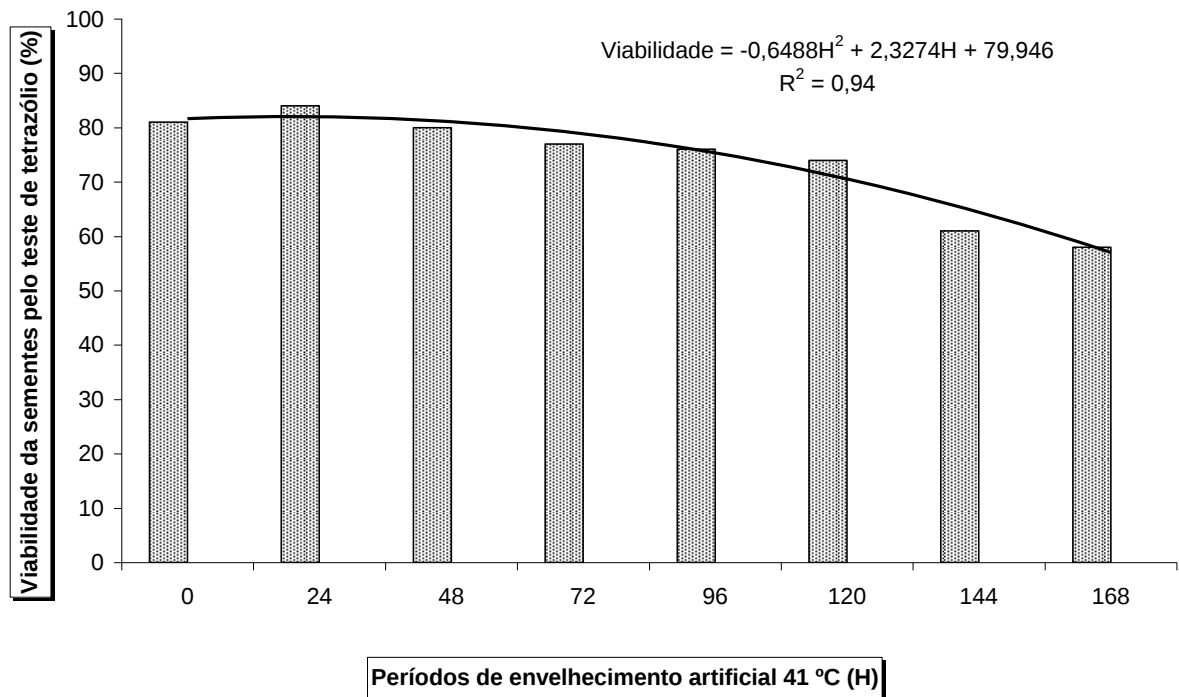


FIGURA III - 4. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e viabilidade das sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 pelo teste de tetrazólio. Ilha Solteira (SP), 2009.

A primeira contagem de emergência, emergência em vaso e índice de velocidade de emergência (Figura III – 5, 6 e 7) apresentaram aumentos nos seus valores com a maior exposição ao envelhecimento artificial. Esses resultados são semelhantes aos obtidos anteriormente na primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Salienta-se que o envelhecimento artificial influenciou de forma linear positiva o vigor das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

Deve-se ressaltar que as sementes utilizadas nas avaliações deste trabalho não foram escarificadas, necessitando assim, de novos estudos avaliando o comportamento de sementes escarificadas quando submetidas ao envelhecimento artificial.

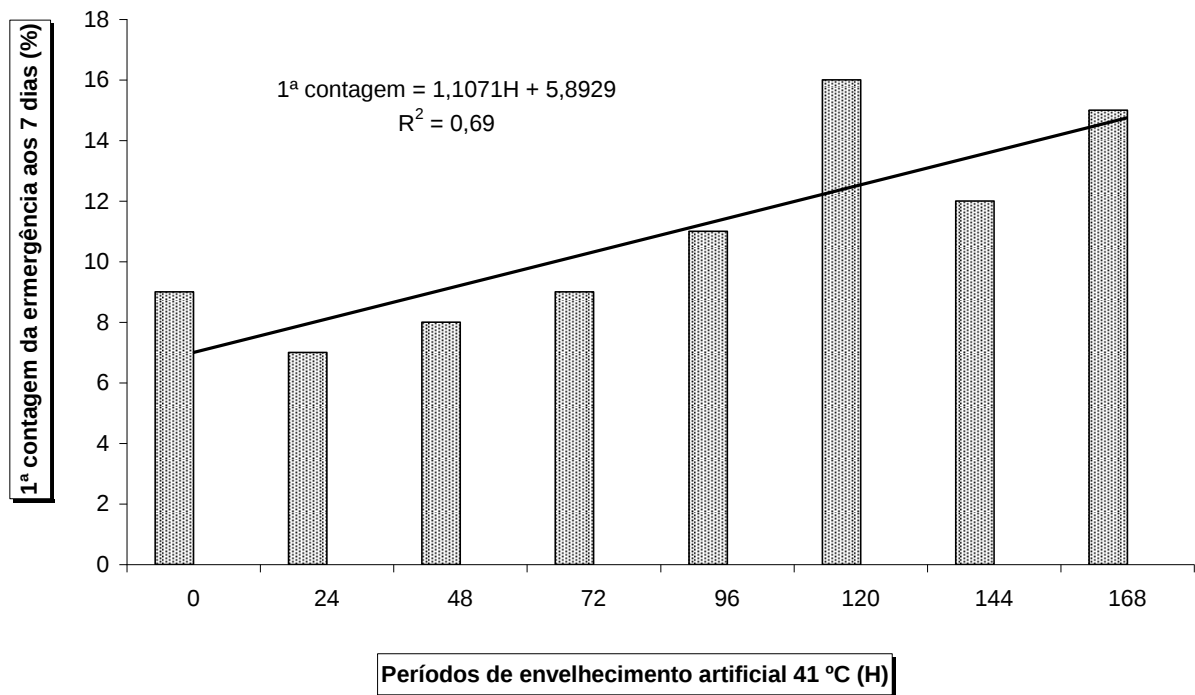


FIGURA III - 5. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a primeira contagem de emergência aos 7 dias (%) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

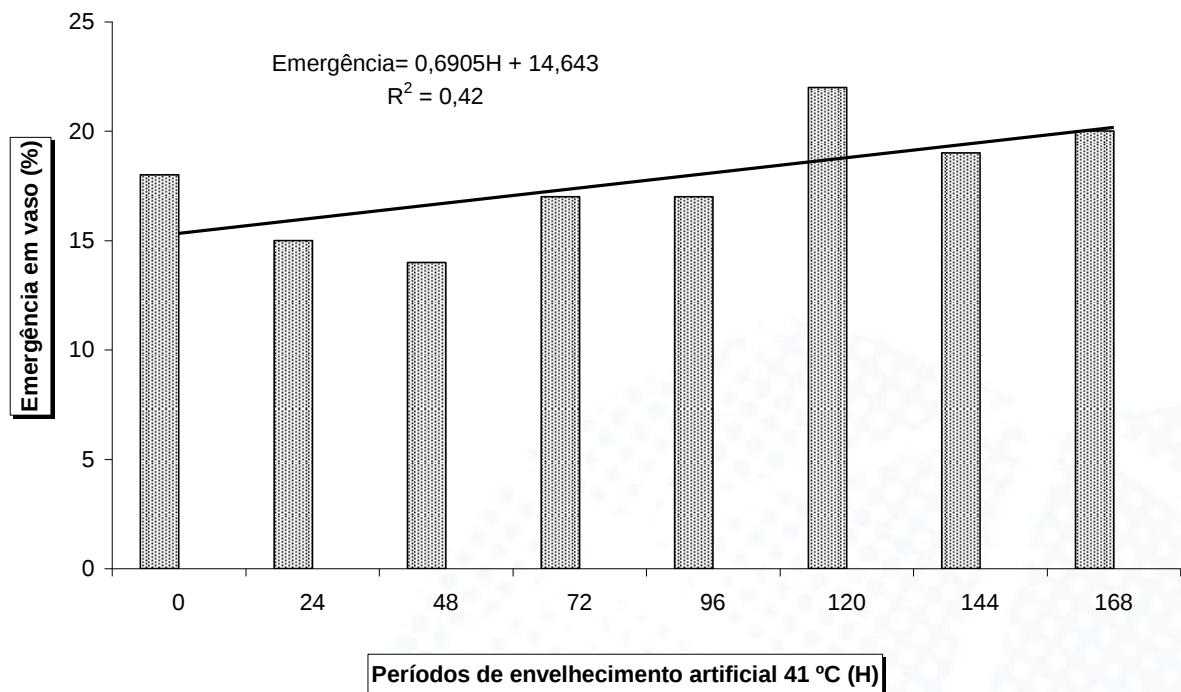


FIGURA III - 6. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e a emergência em vaso (%) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

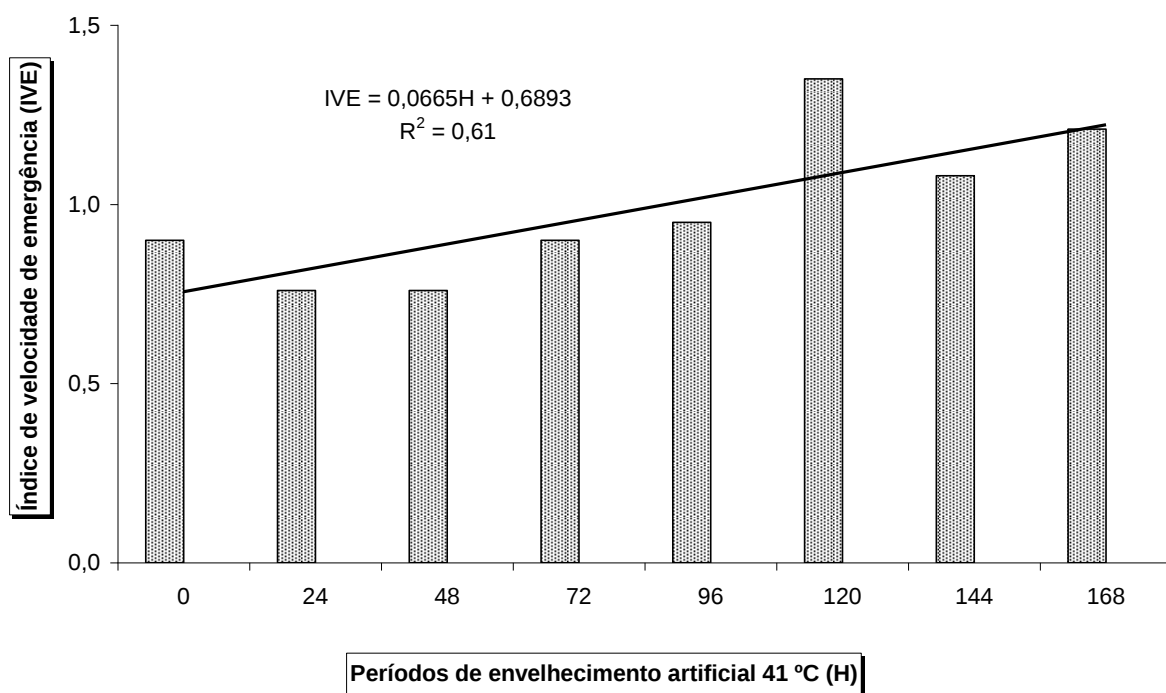


FIGURA III - 7. Relação entre períodos de envelhecimento artificial e o índice de velocidade de emergência de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

4. Considerações finais

A germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória não foi influenciada pelos períodos de exposição ao envelhecimento artificial.

O aumento do período de exposição ao envelhecimento artificial influenciou de forma linear e positiva a expressão do vigor das sementes *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória.

5. Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal : FUNEP, 2000. 588p.
- GARCIA, É.N.; BASEGGIO, J. Poder germinativo de sementes de *Desmodium incanum* DC. (*Leguminosae*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.3, p.199-202, 1999.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.3.1-3.24.
- MESCHEDE, D. K.; SALES, J. G. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.2, p.76-81, 2004.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-24, 1999.
- ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade

fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, p.123-131, 1995.

SILVA, M.A.D.; SILVA, W.R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.599-608, 2000.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e matemática, 1986. 150p.

CAPÍTULO IV - Desempenho fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha* com emprego da escarificação com ácido sulfúrico, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico com KNO₃.

Resumo: Pesquisas para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes e superação da dormência são de extrema importância para as gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos causados pela escarificação química, diferentes períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico na qualidade fisiológica, superação de dormência e lixiviação de íons no exsudato do teste de condutividade elétrica, em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da Unesp - Campus de Ilha Solteira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados em esquema fatorial 2x8x2, sendo constituído pela combinação de escarificação química - H₂SO₄ (presença e ausência), períodos de envelhecimento artificial (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas) à 41°C e condicionamento fisiológico com KNO₃ 0,2% (presença e ausência), com quatro repetições. Avaliou-se a germinação, vigor e lixiviação de íons na solução de embebição do teste de condutividade elétrica. Conclui-se que a escarificação química propicia menor potencial de armazenamento das sementes. A superação de dormência e expressão do vigor das sementes ocorre com o emprego do envelhecimento artificial, sendo mais sensíveis as que foram escarificadas. O condicionamento fisiológico, de modo geral, não tem efeito na qualidade fisiológica e superação de dormência, todavia, o mesmo propicia menor perda de constituintes celulares.

Palavras – chave: cv. MG-5 Vitória. Escarificação química. Vigor. Dormência. Qualidade fisiológica.

Physiologic performance of *Brachiaria brizantha* with the job with sulfuric acid, and artificial aging periods KNO₃ priming.

Abstract: Research to improve the physiological quality of seeds and dormancy break are extremely important for grasses forage *Brachiaria* genus. The objective was to evaluate the effects caused by chemical scarification, periods of aging and priming on physiological quality, dormancy and leaching of ions in the exudate of the electrical conductivity test, seeds of *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. The research was carried out at the Laboratory of Seed Analysis Unesp - FE/Campus Ilha Solteira. The experimental design was completely randomized in factorial 2x8x2, being formed by the combination of chemical scarification - H₂SO₄ (presence and absence), artificial aging periods (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168 hours) at 41°C and KNO₃ (0,2%) priming (presence and absence), with four repetitions. Germination, vigor and leaching of ions in the soaking solution of electrical conductivity. It is concluded that the chemical scarification provide less potential for seed storage. Overrun dormancy and seed vigor of expression occurs with the use of artificial aging, being more sensitive to the scarification. Priming generally had no effect on the fisiological quality seeds and overrun dormancy, it provides less loss of cellular constituents.

Words key: cv. MG-5 Vitória. Chemical scarification. Dormancy. Storage potential. Fisiological quality seeds.

1. Introdução

O Brasil destaca-se por ser um grande produtor de bovinos e, por possuir condições favoráveis de clima e solo, possui condições de competir e aumentar ainda mais a sua participação no mercado mundial à pasto. Segundo Bertucci Neto (2010), o país detém o maior rebanho bovino comercial do mundo e dos 851 milhões de hectares em uso atualmente, os pastos ocupam com aproximadamente 24,7% dessas áreas.

As pastagens são conhecidas como as principais fontes de alimentos para os ruminantes, mostrando a capacidade de suprir as necessidades alimentares básicas dos mesmos. Entre estas, destacam-se as forrageiras do gênero *Brachiaria*, que é cultivada na maior parte das áreas destinadas ao pastejo e, dentre as espécies, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha* são exemplos das mais cultivadas.

O conjunto de regras que regula o mercado de sementes para pastagens no Brasil tem mudado muito nos últimos anos. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instituição que estabelece o marco regulatório do setor, tem atuado, por meio de parâmetros operacionais legais, para assegurar um maior controle sobre a qualidade da semente produzida e comercializada no País. Preocupações como o controle da origem das sementes, do registro e acompanhamento da qualidade dos campos de produção e da formalização dos produtos fizeram parte de recentes esforços legais e regulatórios do Ministério (GARCIA, 2011).

Para a formação de uma pastagem de excelente qualidade não basta somente manejo adequado, mas também o uso de sementes com alta qualidade. Segundo Santos et al. (2010), apesar da grande importância, o uso de sementes de má qualidade é causa frequente de fracasso na formação de áreas de pastagens e os investimentos em pesquisa são escassos. A agregação de valor às sementes de *Brachiaria* spp., utilizando métodos e tecnologias é uma realidade de um mercado cada vez mais exigente.

Com o crescimento das áreas cultivadas com o gênero *Brachiaria*, pela sua fácil adaptabilidade às diversas condições de clima e solo e o aumento no consumo

pelo setor agropecuário, as pesquisas vêm aumentando neste setor e gerando interesse por meio de empresas públicas, privadas e produtores. Dentre as espécies, a *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória tem se destacado por apresentar as características citadas anteriormente, porém a dormência tem sido um grande obstáculo na formação das pastagens. Segundo Dias e Toledo (1993), o fenômeno da dormência é comum, principalmente em sementes de determinadas hortaliças e forrageiras, que não germinam logo após a colheita devido aos mecanismos internos, de natureza física ou fisiológica, que bloqueiam a germinação. Esses mecanismos são genéticos e ocorrem no ciclo de vida da espécie, durante a maturação da semente e em algumas espécies, o bloqueio à germinação se estabelece induzido por certas condições de estresse ou por um ambiente desfavorável à germinação.

Os principais métodos empregados para superar a dormência de sementes de gramíneas são “rompimento da cariopse” através da escarificação química, tratamento com nitrato de potássio (KNO_3), exposição à luz, emprego de temperaturas alternadas, aplicação de pré-esfriamento, aumento da tensão de oxigênio e tratamento com reguladores vegetais (giberelinas ou citocininas) de acordo com Popinigis (1985), além de tratamento com nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$).

A dormência varia em função da espécie cultivada, sistema de produção, condições edafoclimáticas, processamento da semente, condições de armazenamento, etc; sendo que o mecanismo de dormência apresenta particularidades, tornando difícil qualquer generalização sobre suas causas, que podem ocorrer independentemente ou combinadas, como acontece para a maioria das sementes de *B. brizantha*. A escolha de um tratamento eficiente ou associação deles para a superação da dormência varia de acordo com os fatores mencionados anteriormente. Assim, são vários os métodos que podem ser empregados para a superação da dormência, porém os mais utilizados são tratamentos químicos, térmicos e mecânicos.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da escarificação química com ácido sulfúrico concentrado, períodos de envelhecimento artificial e do condicionamento fisiológico com nitrato de potássio em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória.

2. Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia da Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira no período de junho a outubro de 2010. Foram utilizadas sementes puras de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória, sem nenhum tratamento prévio, oriunda de campos de produção de sementes do grupo Matsuda Importadora e Exportadora Ltda, da safra 2007/2008, cuja qualidade fisiológica está apresentada na Tabela IV - 1.

TABELA IV - 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2010.

Grau de umidade das sementes	Massa de 1000 sementes	1ª contagem de germinação	Teste de Germinação	IVG ¹	1ª contagem de emergência	Emergência	IVE ²	Condutividade elétrica
-----%-----	---g---	-----%-----			-----%-----			---µS cm ⁻¹ g ⁻¹ ---
10,39	11,08	10	22	0,86	6	24	1,04	37,5

¹Índice de velocidade de germinação; ²Índice de velocidade de emergência.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados em esquema fatorial 2x8x2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de escarificação química - H₂SO₄ (presença e ausência), períodos de envelhecimento artificial (zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas) e condicionamento fisiológico com KNO₃ 0,2% (presença e ausência), com quatro repetições. As avaliações foram: primeira contagem de germinação aos 7 dias (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), sementes mortas e viáveis remanescentes do teste de germinação (%), primeira contagem da emergência aos 7 dias (%), emergência (%), índice de velocidade de emergência, massa fresca (g plântula⁻¹), condutividade elétrica (µS cm⁻¹ g⁻¹), e lixiviação de potássio, zinco, cobre, ferro, magnésio, cálcio e manganês na solução de embebição do teste de condutividade elétrica.

As sementes que receberam a escarificação química foram submetidos à escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos. Logo após, as

sementes foram lavadas em água corrente e deionizada por dois minutos e colocadas para secar em papel toalha e ao sol. Em seguida, foi realizado o envelhecimento artificial pelo método do gerbox descrito por Marcos Filho (1999). Após a colocação da tampa, as caixas foram levadas ao germinador regulado à temperatura de 41°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$) onde permaneceram durante os períodos utilizados, sendo: zero, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 horas. O condicionamento fisiológico foi realizado por imersão das sementes em copos de 200 mL contendo 100 mL da solução nitrato de potássio (0,2%), por 2 horas a temperatura de 25°C, sem aeração. Posteriormente as sementes foram secas a 32 °C por 24 horas, em estufa com circulação forçada de ar.

As sementes de cada tratamento foram avaliadas por meio dos seguintes parâmetros ou testes:

Grau de Umidade das sementes - Foi determinado pelo método da estufa, a 105+3 °C durante 24 horas, conforme a metodologia indicada pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), antes e após a realização dos tratamentos.

Primeira contagem de germinação e emergência - Realizada juntamente com o teste de germinação e emergência, registrando-se a porcentagem de plântulas normais aos 7 dias após a instalação do ensaio (NAKAGAWA, 1999).

Teste de germinação – Foi realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes distribuídas de forma equidistante sobre o papel, em gerbox, e levados para BOD a 30°C, mantendo-se a temperatura constante, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação e emergência – Foi realizado em conjunto com o teste de germinação e emergência, onde o índice de velocidade para cada tratamento foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVG (E)} = G1/N1 + G2/N2 + \dots + G_n/N_n \quad \text{onde;}$$

$$\text{IVG (E)} = \text{índice de velocidade de germinação/emergência;}$$

G1, G2,....., Gn = número de plântulas germinadas/emergidas a 1, 2,....., n dias após a semeadura, respectivamente;

N1, N2,....., Nn = número de dias após a implantação do teste.

Teste de viabilidade das sementes remanescente do teste de germinação - Foi realizado através do teste de tetrazólio, utilizando as sementes remanescentes do teste de germinação. As sementes foram submetidas a um corte manual em sentido longitudinal e a imersão de uma das partes em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio 0,1%, por aproximadamente 2 horas a temperatura de 30°C. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e em seguida realizada a avaliação dos embriões para a identificação e contagem das sementes viáveis e mortas remanescentes do teste de germinação.

Teste de emergência em vaso - Foi realizada com 4 sub-amostras de 50 sementes em caixas plásticas, mantendo-se a temperatura ambiente. O substrato utilizado (plantmax) foi umedecido com água destilada. As contagens foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Massa fresca de plântulas – Foram coletadas 10 plântulas normais aleatórias da análise do teste de germinação, das quais foram determinadas as massas e os valores foram expressos em mg plântula⁻¹.

Condutividade elétrica - Quatro sub-amostras de 25 sementes foram pesadas com precisão de três casas decimais, posteriormente colocadas em copo de plástico contendo 75 mL de água deionizada e, em seguida, foi levada à incubadora BOD a 25°C por 24 horas. Após esse período foram realizadas as leituras da condutividade elétrica da solução de embebição. Os dados foram transformados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (VIEIRA e KRYZANOWSKI, 1999).

Determinação de K, Zn, Cu, Fe, Mn, Ca e Mg no exsudato no teste da condutividade elétrica – A determinação de K foi realizada através da fotometria de

chama. Já Zn, Cu, Fe, Mn, Ca e Mg foram determinado em espectrofotômetro de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997). Os dados foram expressos em μg para cada 1 g de semente utilizada no teste de condutividade elétrica (75 mL de solução de embebição).

Todos os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo à de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias para os fatores escarificação e condicionamento fisiológico. Também foi realizada a regressão polinomial para o fator envelhecimento artificial. Utilizou-se o programa SANEST, Sistema de análise Estatística para microcomputadores (ZONTA; MACHADO, 1986), para a realização das análises. Para os dados de teores de Fe e Mn, plântulas anormais, sementes mortas e dormentes foi realizada a transformação através do arco seno de raiz ($x+100$).

3. Resultados e discussão

O grau de umidade das sementes envelhecidas artificialmente foi afetado (Figura IV – 1) pelo aumento do período de exposição ao teste e foi crescente.

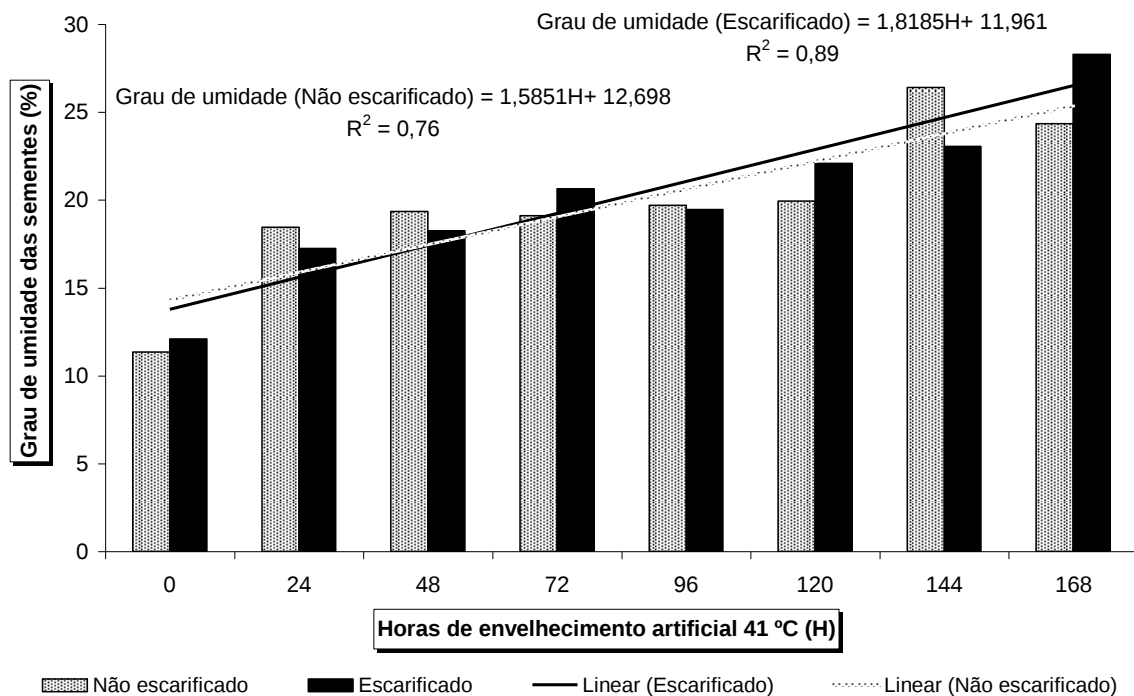


FIGURA IV - 1. Grau de umidade das sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 escarificada e não escarificada em função dos períodos de envelhecimento artificial. Ilha Solteira (SP), 2010.

As sementes, durante esse processo, foram expostas a alta umidade relativa e temperatura elevada, fatores que levam a uma maior deterioração das sementes. Isto acelera o processo de degradação e provoca uma menor integridade do seu sistema de membranas e/ou menor seletividade, permitindo assim a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade; resultados estes que concordam com os obtidos por Binotti et al. (2008). Possivelmente, nas sementes que passaram pela escarificação química, de modo geral, ocorreu maior elevação no grau de umidade com o envelhecimento artificial em comparação as sementes não escarificada, decorrente da eliminação da lema, pálea pericarpo e redução da espessura do tegumento, facilitando a entrada de água nas sementes.

Na avaliação da primeira contagem de germinação de sementes de *B. brizantha* verificou-se a ocorrência de uma interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial (Figura IV - 2).

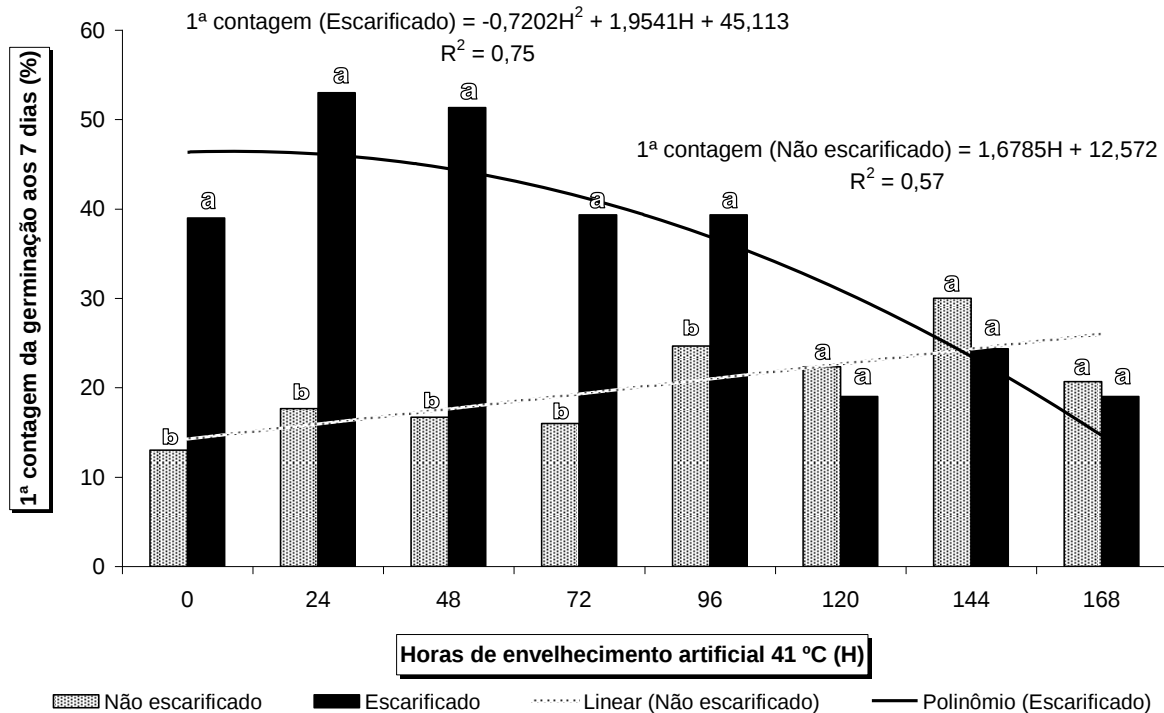


FIGURA IV - 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a primeira contagem de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos tratamentos de envelhecimento artificial por 0, 24, 48, 72 e 96 horas, as sementes escarificadas apresentaram valores maiores de primeira contagem de germinação (7 dias) em comparação ao tratamento sem escarificação, provavelmente devido a superação da dormência ocorrida depois da escarificação química, porém, a partir de 120 horas o fator escarificação não teve efeito sobre essa avaliação. Nas sementes não escarificadas o envelhecimento artificial teve efeito linear positivo para primeira contagem de germinação no período avaliado (0 a 168 horas), todavia, nas sementes escarificadas houve incremento na porcentagem em período curto de exposição ao envelhecimento, posteriormente queda nos seus valores. As interações com o fator condicionamento não foram significativas, e

assim, apresentou-se o efeito simples do fator (Tabela IV - 2), onde o mesmo não teve efeito sobre a primeira contagem de germinação. Uma interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial ocorreu para índice de velocidade de germinação (Figura IV - 3), com resultados semelhantes aos da primeira contagem de germinação, com efeito até as 96 horas das sementes escarificadas e a partir de então sem o efeito da escarificação química.

TABELA IV - 2. Primeira de contagem de germinação (7 dias), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação e sementes mortas remanescentes do teste de germinação em função do condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Tratamentos	1ª contagem germinação -----%-----	IVG	Teste de Germinação -----%-----	Sementes mortas remanescentes
Condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%)				
Sem condicionamento (Testemunha)	28	2,2	32	64
Condicionada	27	2,1	32	63
C.V. (%)	31,2	30,1	30,4	3,1

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes escarificadas apresentaram maiores índices de velocidade de germinação em comparação a testemunha (sem escarificação), nos tratamentos com envelhecimento artificial em 0, 24, 48, 72 e 96 períodos, entretanto, a partir de 120 horas não houve diferença. Aumento no IVG foi proporcionado com exposição breve ao envelhecimento artificial, com efeitos prejudiciais após esse tempo nas sementes escarificadas, consequentemente menor foi a capacidade das sementes em estabelecer uma população de plântulas rápida, uniforme e adequadamente. Já nas sementes não escarificadas o envelhecimento propiciou aumento linear do índice de velocidade de germinação. As interações duplas e triplas com o fator condicionamento não foram significativas, e assim, apresentou-se o efeito simples do fator (Tabela IV - 2), onde o mesmo não teve efeito sobre o índice de velocidade de germinação.

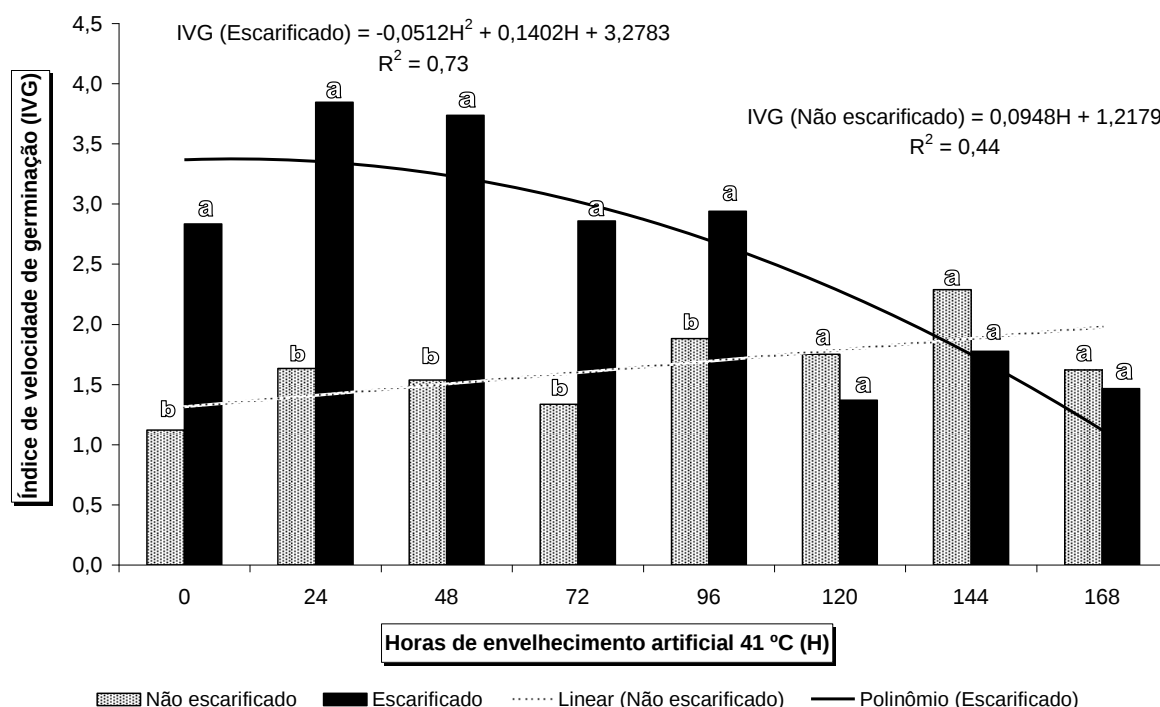


FIGURA IV - 3. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao índice de velocidade de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do teste de germinação de sementes de *B. brizantha* verificou-se a ocorrência de uma interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial (Figura IV - 4).

No período entre 0 e 96 horas, o uso da escarificação química propiciou maior germinação em comparação a não escarificadas, posteriormente a esse período não ocorreu diferença com relação ao fator escarificação. Possivelmente, a partir de 120 horas seja um limite crítico de tolerância destas sementes quando expostas a uma condição de alto estresse. Nas sementes não escarificadas o envelhecimento acelerado não teve efeito na germinação, ao contrário das sementes escarificadas que tiveram aumento na germinação em período curto de exposição ao envelhecimento e queda no percentual após esse período. O condicionamento não teve efeito no teste de germinação (Tabela IV -2).

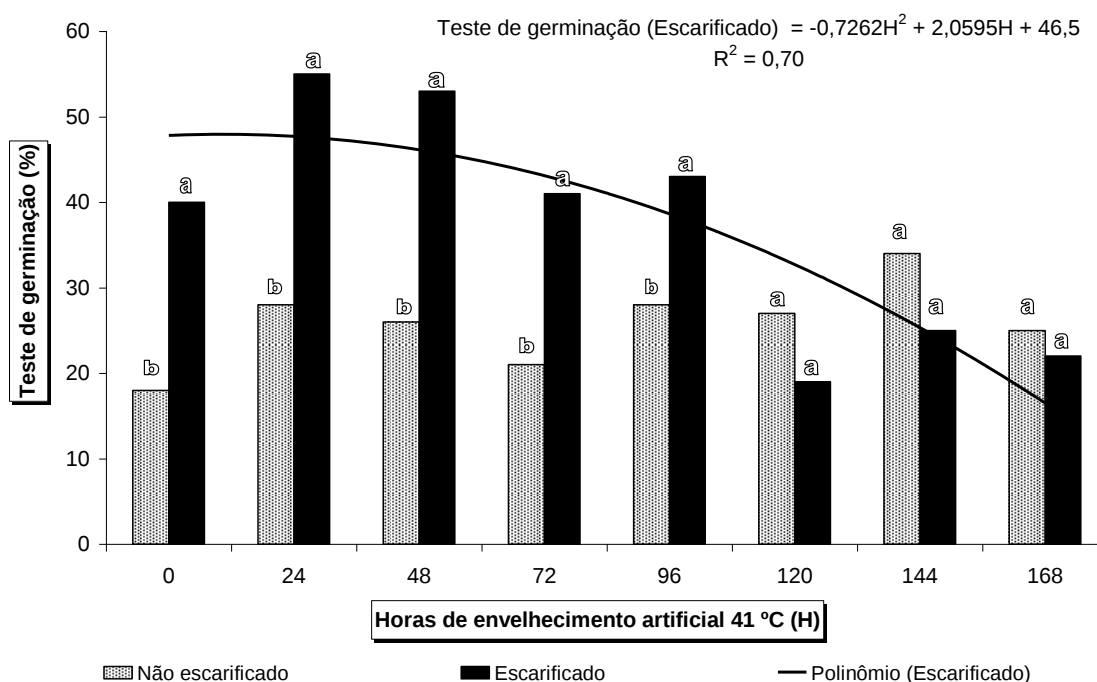


FIGURA IV - 4. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teste de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Oliveira e Gomes-Filho (2010) também verificaram em sementes de sorgo envelhecidas ou não que o condicionamento fisiológico (PEG-6000) não teve efeito sobre a primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e teste de germinação, corroborando, portanto, com os resultados obtidos neste trabalho com *Brachiaria brizantha*.

Uma interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial ocorreu na avaliação das sementes remanescentes mortas do teste de germinação (Figura IV - 5).

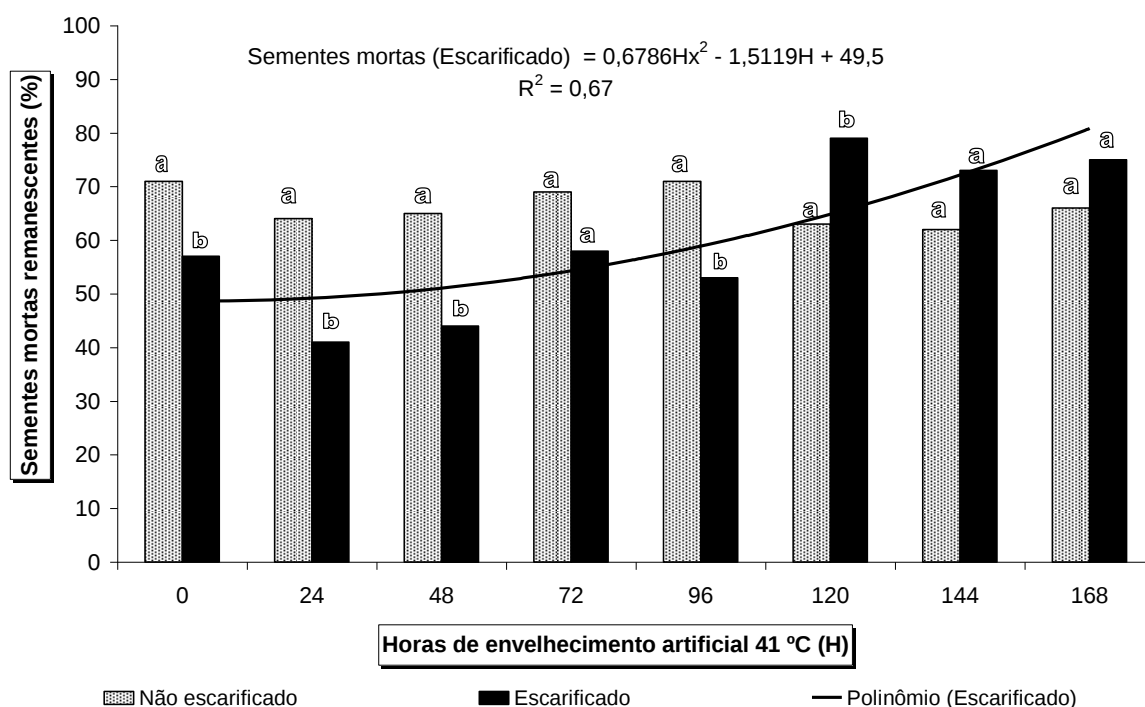


FIGURA IV - 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente as sementes remanescentes mortas do teste de germinação em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes não escarificadas não apresentaram efeito dos períodos de envelhecimento acelerado, já os dados das sementes escarificadas se ajustaram a uma função quadrática (Figura IV 5). Nos diferentes períodos de envelhecimento ocorreram respostas diferentes a escarificação química. O condicionamento fisiológico não teve influência no percentual de sementes mortas remanescentes do teste de germinação (Tabela IV -2).

Com relação às sementes viáveis remanescentes do teste de germinação (Tabela IV - 3) verificou-se que a escarificação química proporcionou menores valores para esse parâmetro, ou seja, propiciou superação da dormência. Os períodos de envelhecimento e condicionamento fisiológico não tiveram influência no percentual de sementes viáveis remanescentes do teste de germinação.

TABELA IV - 3. Sementes viáveis remanescentes do teste de germinação em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Tratamentos	Sementes viáveis remanescentes
	----- % -----
Escarificação química H₂SO₄	
Não escarificada (Testemunha)	7 a
Escarificada	2 b
Horas de envelhecimento artificial 41 °C	
0 horas	5
24 horas	5
48 horas	5
72 horas	4
96 horas	2
120 horas	5
144 horas	2
168 horas	5
Condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%)	
Sem condicionamento (Testemunha)	4
Condicionada	5
C.V. (%)	2,5

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, dentro de cada fator, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na primeira contagem de emergência verificou-se a ocorrência de interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial (Figura IV - 6). Nos tratamentos com envelhecimento artificial por 0, 24, 48, 72 e 96 horas, as sementes escarificadas apresentaram valores maiores de primeira contagem de emergência (7 dias) em comparação ao tratamento sem escarificação, porém, a partir de 120 horas de envelhecimento o fator escarificação não teve efeito sobre essa avaliação. Nas sementes escarificadas o envelhecimento artificial teve efeito linear positivo, todavia, ocorreu incremento na porcentagem de emergência em período curto de exposição ao envelhecimento, posteriormente queda nos seus valores. Esses resultados foram semelhantes ao ocorrido na primeira contagem de germinação.

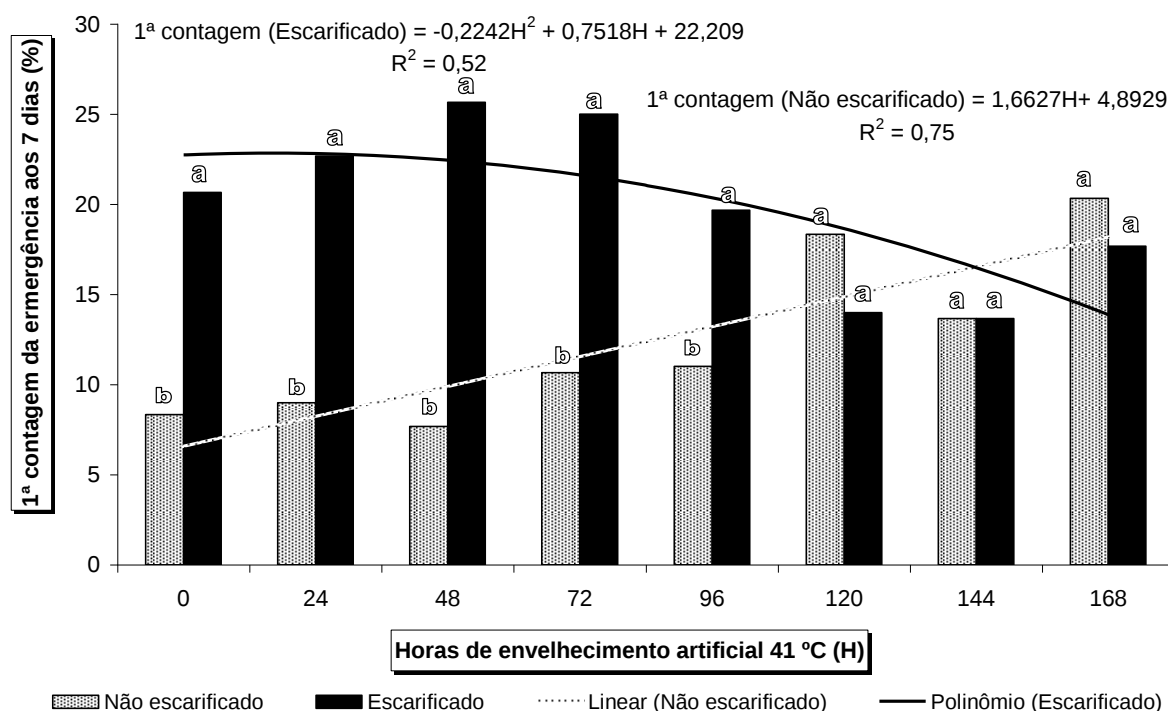


FIGURA IV - 6. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a primeira contagem da emergência em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Interação entre escarificação e períodos de envelhecimento artificial ocorreu na avaliação de emergência em vaso (Figura IV - 7). As sementes escarificadas não apresentaram efeito dos períodos de envelhecimento acelerado, já as sementes não escarificadas se ajustaram a uma função quadrática (Figura IV - 7).

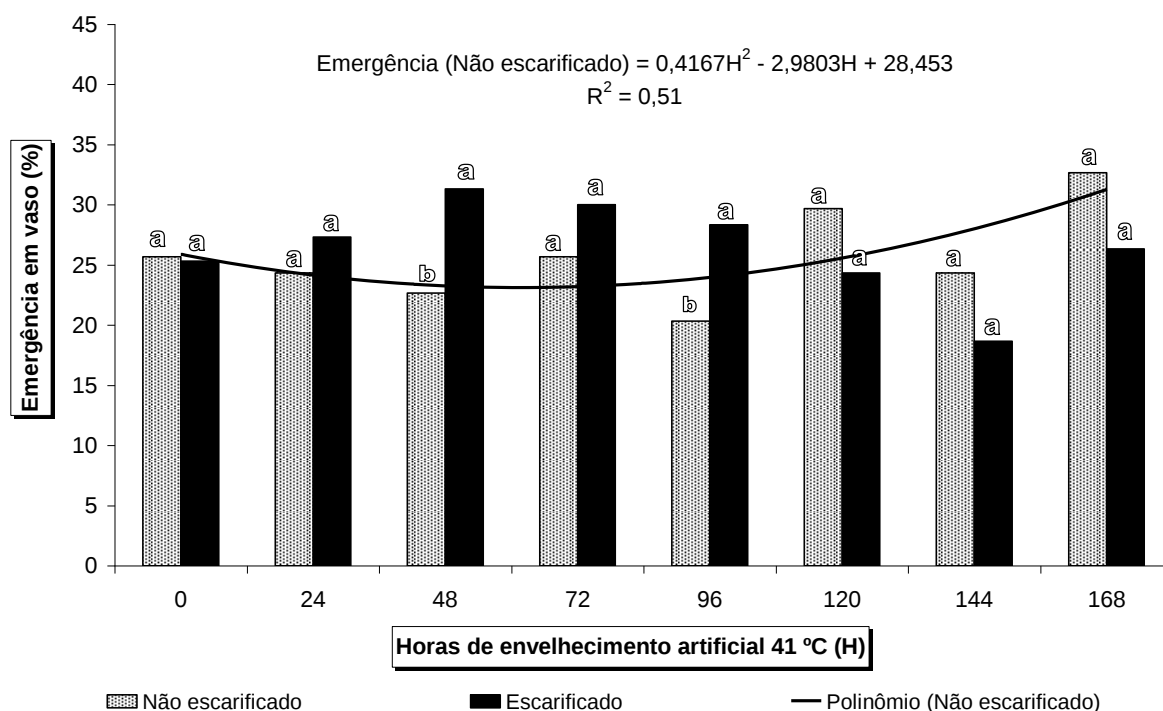


FIGURA IV - 7. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a emergência em vaso em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeitos semelhantes ocorridos na primeira contagem de germinação, IVG, teste de germinação e primeira contagem de emergência ocorreram com o índice de velocidade de emergência (Figura IV – 8 da Tabela IV - 4).

Com relação à massa fresca das plântulas (Figura IV - 9) observou-se que até 120 horas de envelhecimento artificial as sementes não escarificadas apresentaram maior massa fresca em relação às sementes com escarificação química. Certamente as sementes não escarificadas, por não passar por nenhum estresse em decorrência da utilização do ácido sulfúrico, pôde aproveitar toda a sua reserva para o início da germinação, já as sementes escarificadas, provavelmente teve que gastar parte de sua reserva para reorganização de suas estruturas antes do início da germinação, originando plântulas menos vigorosas. A partir de 144 horas o fator escarificação não teve efeito sobre essa avaliação. Meschede et al. (2004) verificaram efeito prejudicial na germinação com o uso da escarificação com ácido sulfúrico em *B. brizantha* em lote de baixa qualidade, porém efeito benéfico em lote de qualidade

alta. Tanto os dados das sementes com escarificação como as não escarificadas se ajustaram a uma função quadrática (Figura IV - 9) para os períodos de envelhecimento artificial na avaliação de massa fresca. As sementes sem condicionamento fisiológico produziram maior massa fresca de plântulas em relação às condicionadas.

TABELA IV - 4. Primeira contagem de emergência em vaso (7 dias), emergência em vaso (21 dias), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca de plântulas em função do condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Tratamentos	1ª contagem emergência -----%-----	Emergência em vaso	IVE	Massa fresca de plântulas --mg plântula ⁻¹ --
Condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%)				
Sem condicionamento	17	25	1,6	30,05 a
Condicionada	15	27	1,4	27,46 b
C.V. (%)	34,9	23,2	26,1	15,9

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à análise de condutividade elétrica ocorreu interação entre escarificação e períodos de envelhecimento (Figura IV - 10) e interação entre escarificação e condicionamento fisiológico (Tabela IV - 5). Na Figura IV - 10, independentemente do tempo no teste de envelhecimento acelerado, verifica-se que a escarificação química proporcionou maior condutividade elétrica, podendo influenciar negativamente a qualidade fisiológica das sementes.

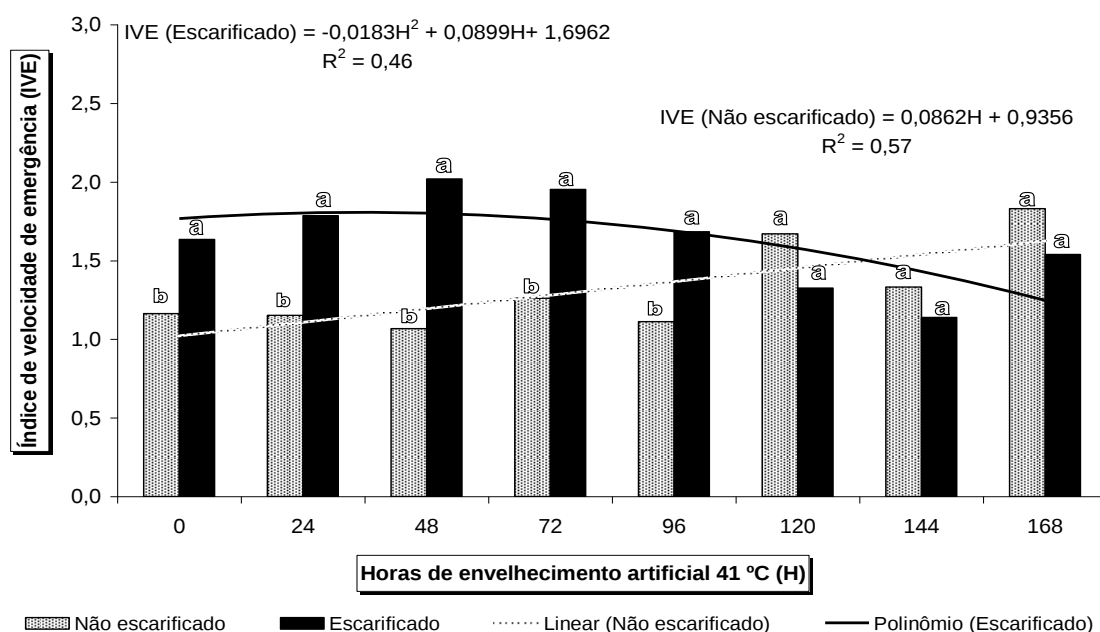


FIGURA IV - 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao índice de velocidade de emergência em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

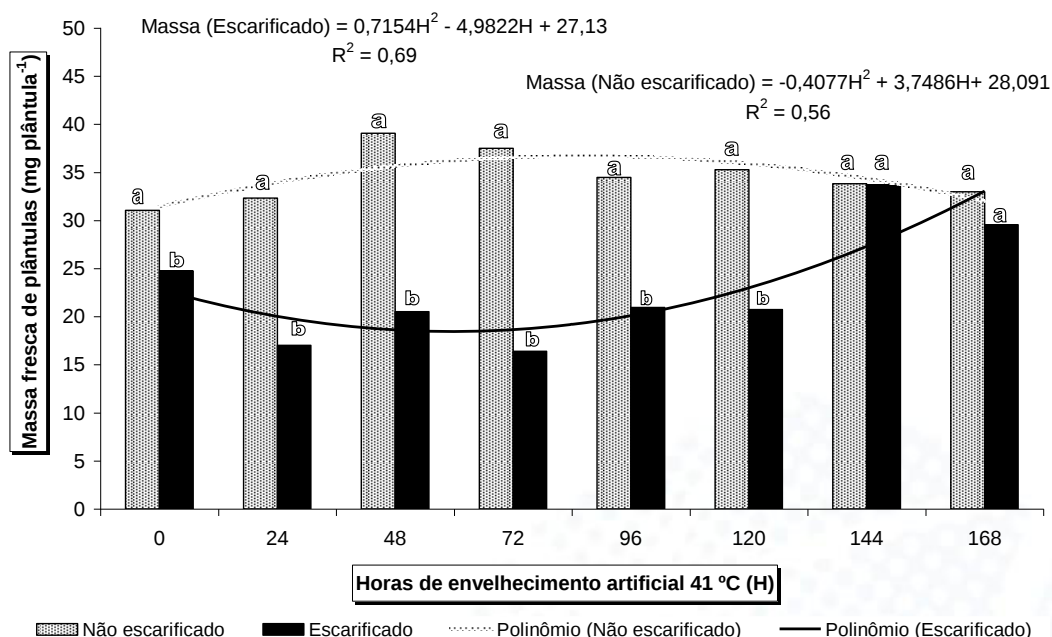


FIGURA IV - 9. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a massa fresca de plântulas em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Concordando com resultados de parâmetros já analisados e discutidos anteriormente, as sementes não escarificadas apresentaram um maior potencial de armazenamento que as escarificadas, pois, como verificado na Figura IV - 10 as sementes não escarificadas foram menos sensíveis aos períodos de envelhecimento artificial testados. Observa-se que nas sementes escarificadas o aumento no período de envelhecimento acelerado elevou a condutividade elétrica (parâmetro que avalia a permeabilidade das membranas), indicando aumento de exsudados na solução da condutividade, devido à maior exposição das sementes a condições adversas de umidade e temperatura, que levam à perda da integridade das membranas celulares, de constituintes celulares e menor capacidade de reparação aos danos causados à semente.

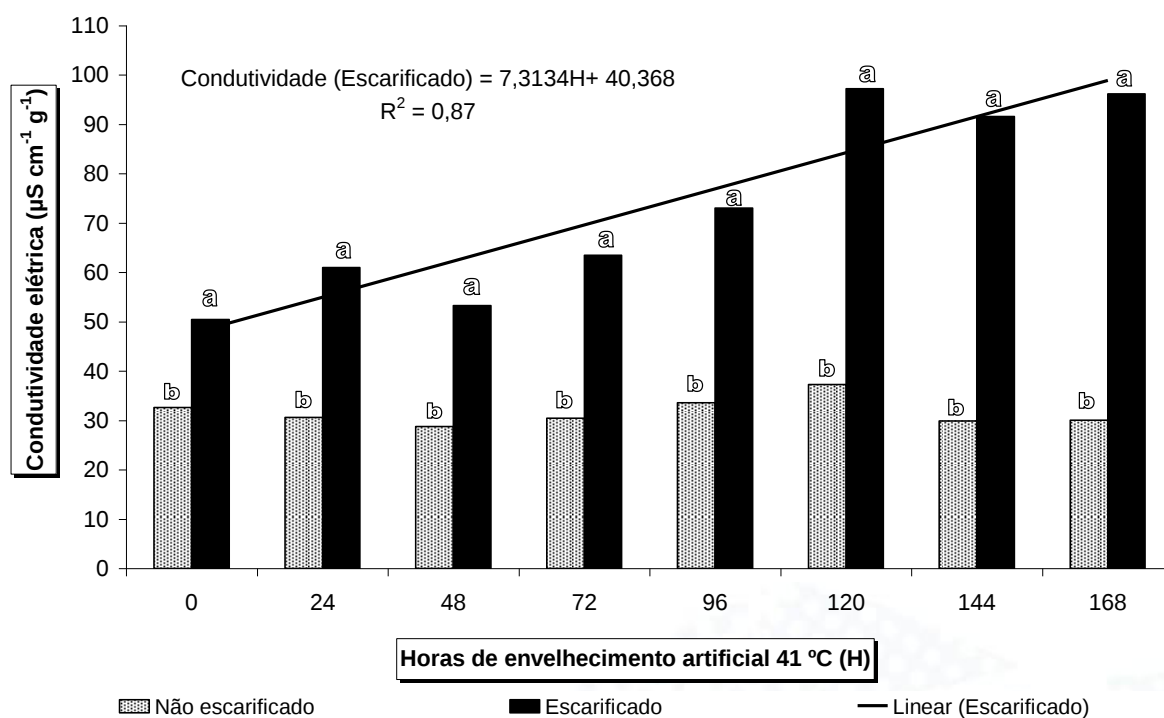


FIGURA IV - 10. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a condutividade elétrica em função da escarificação química e períodos de envelhecimento artificial em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA IV - 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a condutividade elétrica em função da escarificação química e condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Condicionamento fisiológico (KNO_3 0,2%)	Escarificação química H_2SO_4	
	Não escarificada	Escarificada
	Condutividade elétrica ----- $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ -----	
Sem condicionamento	37,45 aB	75,69 aA
Condicionada	25,88 bB	70,86 bA

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação entre escarificação e condicionamento fisiológico, verificou-se que nas sementes escarificadas ou não, menor condutividade elétrica foi obtida nas sementes condicionadas, dados que concordam com os obtidos por Oliveira e Gomes-Filho (2010) que verificaram em sementes de sorgo envelhecidas ou não que o condicionamento fisiológico (PEG-6000) proporciona menor condutividade elétrica. O condicionamento com KNO_3 0,2% propiciou às sementes maior capacidade para reorganizar as membranas celulares, proporcionando uma menor perda de constituintes celulares, com maior capacidade de reparação aos danos causados à semente, além, de rapidez na reestruturação das membranas, proporcionando assim, menores condutividades em comparação às sementes não condicionadas. Com resultados concordantes com obtidos anteriormente, tanto nas sementes com condicionamento como as não condicionadas o uso da escarificação química teve influencia negativa no vigor das sementes pois, maiores leituras na condutividade foram obtidas com nas sementes escarificadas.

Pode-se salientar nos resultados obtidos anteriormente (primeira contagem, IVG, teste de germinação, primeira contagem de emergência e condutividade elétrica) que as sementes escarificadas apresentaram maior suscetibilidade ao processo de deterioração com o envelhecimento artificial do que as sementes não escarificadas, evidenciando assim, que o vigor das mesmas tem diminuição em períodos mais curtos de armazenamento em comparação às sementes não escarificadas. Foram obtidas maiores porcentagens da primeira contagem de

germinação, IVG, teste de germinação e primeira contagem de emergência pela associação da escarificação química e um período de exposição curto ao envelhecimento, porém, após esse tempo de exposição ao envelhecimento artificial a germinação e vigor das sementes escarificadas foram afetadas negativamente. Na prática, se o objetivo for manter as sementes armazenadas por um longo período, não é interessante a realização da escarificação química prévia com ácido sulfúrico e sim a escarificação o mais próximo possível do momento da semeadura, pois as sementes escarificadas têm uma maior suscetibilidade aos processos que levam a deterioração. Outro aspecto importante a ser abordado é que em sementes recém-colhidas, a utilização da escarificação química seguida de um período de exposição curto a alta temperatura e umidade, pode ser eficaz para o aumento da germinação, expressão do vigor e superação de dormência dessas sementes. Assim, a escarificação química proporcionou a superação da dormência primária (de origem genética, que ocorre com a espécie) por ter eliminado o impedimento físico, melhorando a entrada de água e gases nas sementes, e o período curto de exposição ao envelhecimento artificial deve ter proporcionado a superação da dormência secundária, pois a alta temperatura e umidade relativa em período curto talvez tenham afetado de forma benéfica o sistema de controle de equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação.

Em relação à lixiviação de potássio no exsudato do teste da condutividade elétrica (Figura IV – 11), verificou-se que o uso da escarificação química proporcionou maior leitura em comparação às sementes que não foram escarificadas, seguindo a mesma tendência do teste de condutividade elétrica.

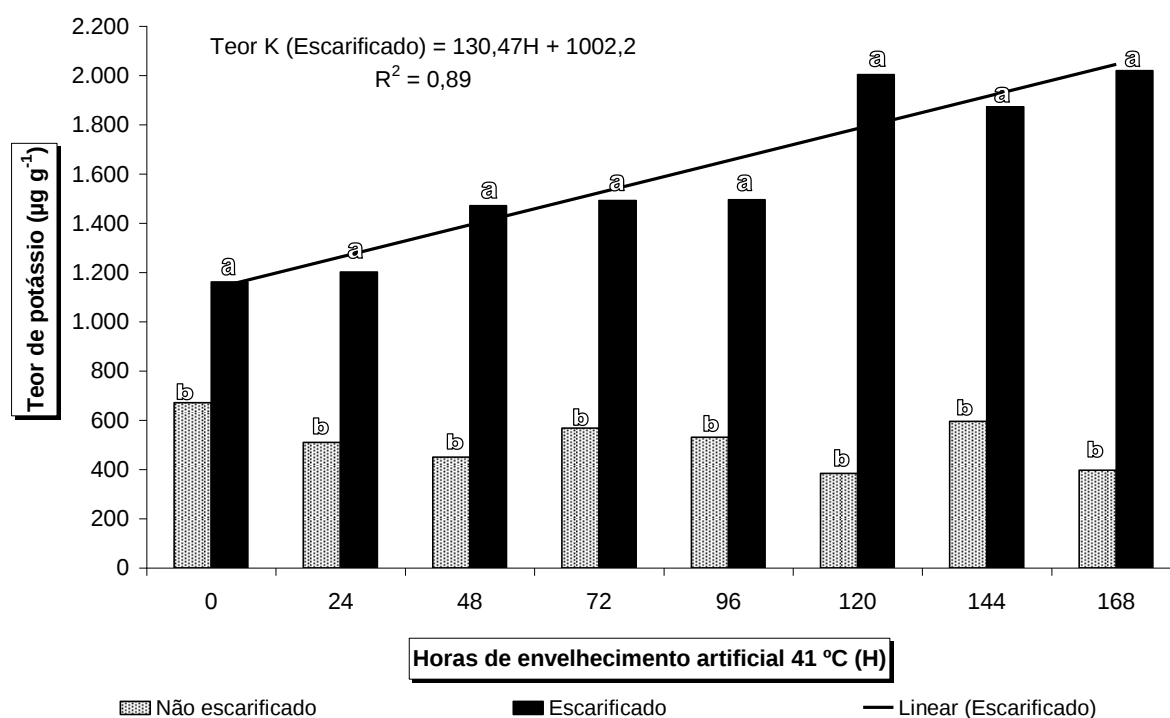


FIGURA IV - 11. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teor de potássio (µg) lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes sem escarificação não tiveram efeito do período de exposição ao envelhecimento artificial, todavia, as escarificadas tiveram efeito positivo linear nos lixiviados de potássio na água de embebição do teste de condutividade elétrica. Resultados semelhantes ao ocorrido no teste de condutividade elétrica, evidenciando que o teste de lixiviado de potássio é um teste eficaz para avaliação rápida do vigor das sementes. Oliveira e Gomes-Filho (2010) verificaram em sementes de sorgo envelhecidas ou não que o condicionamento fisiológico (PEG-6000) proporcionou menor lixiviados de potássio.

As sementes condicionadas apresentaram menores lixiviados de zinco no teste da condutividade elétrica em relação às sementes não condicionadas (Tabela IV - 6).

TABELA IV - 6. Teores de zinco e potássio lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Tratamentos	Teores de nutrientes	
	Potássio	Zinco
	-----µg 75mL ⁻¹ g ⁻¹ -----	
Condicionamento fisiológico (KNO ₃ 0,2%)		
Sem condicionamento	1074,18	11,53 a
Condicionada	1028,18	6,71 b
C.V. (%)	24,41	33,96

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, dentro de cada fator, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação entre escarificação e condicionamento fisiológico (Figura IV - 12), observou-se que independentemente dos períodos de envelhecimento acelerado a escarificação química proporcionou maior leitura nos lixiviados de zinco. As sementes não escarificadas, não apresentaram efeito dos períodos de envelhecimento acelerado, já as sementes escarificadas se ajustaram a uma função quadrática (Figura IV - 12).

O íon de cobre, não foi constatado no exsudato do teste da condutividade nos diferentes tratamentos utilizados. Os resultados de lixiviados para o teor de ferro no teste da condutividade não tiveram efeito dos diferentes tratamentos utilizados (Tabela IV - 7).

O uso da escarificação química proporcionou maior leitura de lixiviados de magnésio em comparação às sementes não escarificadas (Tabela IV - 7). Os períodos de envelhecimento tiveram efeito linear positivo para os lixiviados de magnésio na solução de embebição do teste de condutividade, e o condicionamento fisiológico propiciou menores lixiviados de magnésio.

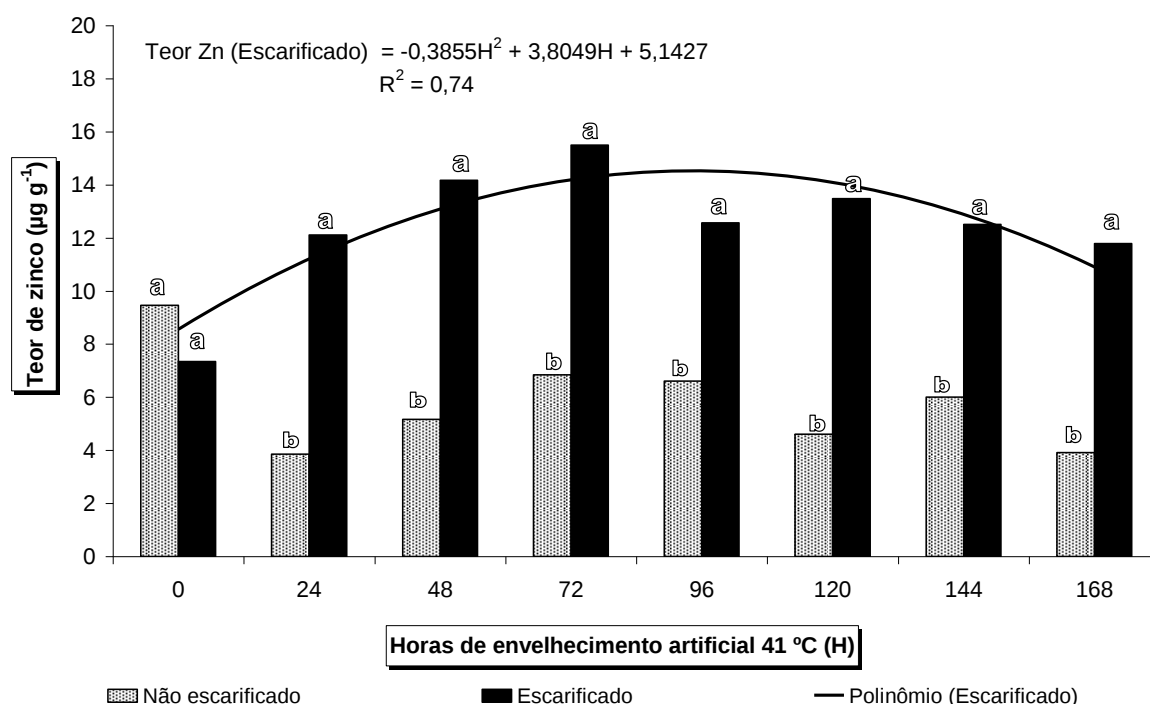


FIGURA IV - 12. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teor de zinco (µg) lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas em cada período de envelhecimento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os lixiviados de cálcio não foram afetados com a escarificação (Tabela IV - 7), em relação ao envelhecimento acelerado os dados se ajustaram a uma função quadrática, e o condicionamento fisiológico propiciou menores lixiviados de cálcio.

No desdobramento da interação entre escarificação e condicionamento fisiológico (Tabela IV - 8), observou-se que nas sementes escarificadas, uma menor leitura de lixiviado de manganês foi obtida com o uso do condicionamento fisiológico. Tanto nas sementes condicionadas ou não, o uso da escarificação química proporcionou maior leitura dos lixiviados de manganês.

Pode-se salientar que o envelhecimento artificial é um método capaz de superar a dormência de sementes de *B. brizantha*, contudo o período de exposição pode variar com a qualidade inicial, que neste caso foi tratado com ácido sulfúrico.

TABELA IV - 7. Teores de ferro, magnésio, cálcio e manganês lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em função da escarificação química, períodos de envelhecimento artificial e condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Tratamentos	Teores de nutrientes			
	Ferro	Magnésio	Cálcio	Manganês
	-----µg 75mL ⁻¹ g ⁻¹ -----			
Escarificação química H₂SO₄				
Não escarificada (Testemunha)	3,70	171,94 b	169,58	1,79 b
Escarificada	4,26	266,84 a	160,04	10,14 a
Horas de envelhecimento artificial 41 °C				
0 horas	4,30	¹ 211,43	² 324,10	4,27
24 horas	3,53	195,16	191,54	4,68
48 horas	3,37	156,26	132,85	6,90
72 horas	6,26	207,60	108,32	6,88
96 horas	2,08	200,12	145,01	5,35
120 horas	4,07	245,06	197,67	5,41
144 horas	3,72	289,40	104,76	7,84
168 horas	4,54	250,06	114,23	6,06
Condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%)				
Sem condicionamento (Testemunha)	4,09	264,88 a	202,33 a	7,70
Condicionada	3,87	173,89 b	127,29 b	4,16
C.V. (%)	1,78	31,58	72,21	1,49

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, dentro de cada fator, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹y = 177,701344 x + 0,4962647 e R² = 0,51; ²Y = 280,568595 x² - 2,7500717 x + 0,01143318 e R² = 0,63.

Tabela IV - 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao teor de manganês lixiviados no exsudato da condutividade elétrica (75 mL de água) para cada 1g de semente utilizado no teste, em função da escarificação química e o condicionamento fisiológico (KNO₃ 0,2%) em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2010.

Condicionamento fisiológico (KNO ₃ 0,2%)	Escarificação química H ₂ SO ₄	
	Não escarificada	Escarificada
	Lixiviados de Manganês ----- µg 75mL ⁻¹ g ⁻¹ -----	
Sem condicionamento	2,28 b	13,25 a A
Condicionada	1,31 b	7,06 a B

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A escarificação química, mesmo sendo um método eficaz para superação da dormência das sementes de *Brachiaria brizantha* MG-5, proporcionou a semente uma menor capacidade de resistir a condições desfavoráveis como alta umidade relativa e temperatura, fatores envolvidos com a deterioração das sementes. As sementes escarificadas se tornam propícias aos processos que levam a deterioração das sementes, como evidenciado na leitura da condutividade elétrica e lixiviados de potássio (Figura IV - 10 e 11), refletindo em uma menor germinação (Figura IV - 4) e vigor (Figura IV - 2, 3, 6, 8 e 9). O condicionamento fisiológico aplicado após a escarificação e os períodos de envelhecimento artificial não propiciaram efeito na germinação e vigor se semente de *B. brizantha* (exceção massa fresca), porém proporcionou menores condutividades elétrica e de modo geral menores lixiviados de zinco, magnésio, cálcio e manganês, decorrente a maior capacidade de reparação aos danos causados à semente naquelas que condicionadas, consequentemente menor perda de constituintes celulares.

Almeida e Silva (2004) concluíram que o uso do calor e do ácido sulfúrico constituem-se em alternativas para a redução da dormência das sementes braquiária e consequente favorecimento do desempenho agrônomo. Contudo, particularmente em relação à temperatura, a deterioração pode ser acelerada durante o armazenamento.

A quantificação do íon de potássio na solução de embebição das sementes pode ser utilizado como um método rápido para avaliar indiretamente o vigor das sementes escarificadas de *B. brizantha* MG-5. O aumento do mesmo no exsudato do teste da condutividade elétrica (Figura IV - 11) confrontado com o teste germinação (Figura IV - 4) e vigor (Figura IV - 2, 3, 6 e 8) das sementes permitiu inferir que o aumento da concentração de potássio na solução de embebição das sementes está inversamente relacionado com queda na germinação e vigor das sementes.

4. Considerações finais

A escarificação química com ácido sulfúrico teve efeito na qualidade fisiológica de sementes de *B. brizantha* MG-5 e nos lixiviados no teste da condutividade elétrica, sendo um método eficaz para superação de dormência, porém, as sementes se tornam mais propícias aos processos que levam a deterioração, assim, com menor potencial de armazenamento.

Os períodos de envelhecimento artificial têm efeito na qualidade fisiológica de sementes de *B. brizantha* MG-5 e nos lixiviados no teste da condutividade elétrica. De modo geral, propicia melhoria na germinação, expressão do vigor e superação de dormência das sementes não escarificadas com o aumento do envelhecimento artificial, já nas escarificadas o mesmo acontece, porém com período curto de exposição.

O condicionamento fisiológico, de modo geral, não teve efeito na superação de dormência e qualidade fisiológica de sementes de *B. brizantha* MG-5 (exceção da massa fresca e condutividade elétrica), porém, tem efeito nos lixiviados da solução de embebição do teste da condutividade elétrica, onde o mesmo propicia menor perda de constituintes celulares.

5. Referências

ALMEIDA, C. R.; SILVA, W. R. Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.1, p.44-49, 2004.

BERTUCCI NETO, V. **Copenhague, o bagaço e o etanol**. São Carlos: Agrosoft Brasil, 2010. Disponível: <<http://agrosoft.com/pdf.php/?node=213043>>. Acesso em: 16 jan. 2010.

BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.247-254, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

DIAS, D. C. F. S.; TOLEDO, F. F. GERMINAÇÃO E INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM TESTES COM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* Stapf. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 50, n.1, p.68-76, 1993.

GARCIA, N. Por **quais motivos as sementes do gênero *Brachiaria* VC 36% afrontam a lei?** Tribunal Rural: cultivarnet, 2010. Disponível em: <http://www.cultivarnet.com.br/pdf/TribunaRural_edicao19_pg21.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba/SP: Potafos, 1997, p.319.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.3.1-3.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-24, 1999.

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

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de sorgo com diferentes qualidades fisiológicas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3 p.25-34, 2010.

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

SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. M. G.; VIEIRA, A. R. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.3 p. 69-78, 2010.

VIERA, R. D.; KRYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.4.1-4.26.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e matemática, 1986. 150p.

CAPÍTULO V. Conclusões

Alterações positivas na qualidade fisiológica das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória não são propiciadas com o emprego do condicionamento osmótico com soluções constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entre eles.

Para o aumento dos teores de potássio e cálcio nas sementes de *B. brizantha*, o condicionamento osmótico com KNO_3 e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, respectivamente, é um método eficaz.

A escarificação química com ácido sulfúrico é um método eficaz para superação de dormência em sementes de *B. brizantha*, porém, as mesmas se tornam mais propícias aos processos que levam a deterioração e, conseqüentemente, menor potencial de armazenamento.

Melhoria na germinação, expressão do vigor e superação de dormência das sementes não escarificadas são alcançados com o uso do envelhecimento artificial; nas escarificadas o mesmo acontece, porém, com período curto de exposição.

A utilização da escarificação química associado a um período curto de exposição à alta temperatura e umidade é eficaz para o aumento da germinação, expressão do vigor e superação de dormência das sementes.

O condicionamento fisiológico com KNO_3 tem efeito nos lixiviados da solução de embebição do teste da condutividade elétrica, onde o mesmo propicia menor perda de constituintes celulares.

A quantidade de potássio lixiviado é um parâmetro adequado para a identificação da qualidade fisiológica das sementes escarificadas de *B. brizantha*.