



DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**TECNOLOGIAS DE PÓS-COLHEITA EM
SEMENTES DE BRAQUIÁRIA HÍBRIDA CV.
MULATO II**

LAVRAS - MG

2016

DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**TECNOLOGIAS DE PÓS-COLHEITA EM SEMENTES DE
BRAQUIÁRIA HÍBRIDA CV. MULATO II**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof.^a Dr.^a Maria Laene Moreira de Carvalho
(Orientadora)

LAVRAS – MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Diego de Sousa.

Tecnologias de pós-colheita em sementes de Braquiária híbrida
cv. Mulato II / Diego de Sousa Pereira. – Lavras : UFLA, 2016.
121 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.
Orientador(a): Maria Laene Moreira de Carvalho.
Bibliografia.

1. Braquiária híbrida cv Mulato II. 2. Dormência. 3. Tratamento
fitossanitário. 4. Revestimento. 5. Armazenamento. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**TECNOLOGIAS DE PÓS-COLHEITA EM SEMENTES DE
BRAQUIÁRIA HÍBRIDA CV. MULATO II**

**POST-HARVEST TECHNOLOGY IN SEEDS OF BRAQUIÁRIA
HÍBRIDA CV. MULATO II**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 12 de setembro de 2016.

Prof. ^a Dr. ^a	Marcela Carlota Nery	UFVJM
Prof. Dr.	Edvaldo Aparecido Amaral da Silva	UNESP
Prof. Dr.	Renato Mendes Guimarães	UFLA
Dr.	José Maurício Pereira	MAPA

Prof.^a Dr.^a Maria Laene Moreira de Carvalho
(Orientadora)

LAVRAS - MG

2016

Aos meus pais, Raimundo e Cleonice;
Aos meus irmãos, Alexandre César e
Magnum.

DEDICO

“Os sonhos são sementes que plantamos no decorrer da vida. E enquanto caminhamos, fazemos nossas escolhas, trabalhamos, acreditamos...”

(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por todas as oportunidades concedidas;

Aos meus pais, Raimundo e Cleonice, por todo carinho e amor dedicado aos filhos;

Aos meus irmãos, Alexandre César e Magnum, por todo apoio e motivações em todos os momentos de nossas vidas;

Aos meus tios Barbosa, Carmen Lúcia, Lúcia Helena, César e Gleidy, que sempre participaram da minha formação, dedicando de forma incondicional carinho, amor e incentivo nos momentos de dificuldade;

Aos primos e primas Ingo Ararê, Yves Ararê, Júlio Cesar, Alynne Nunes, Priscilla Nunes, pelo companheirismo, amizade, por tantos momentos felizes, transformados ao longo de nossa formação na mais sincera fraternidade;

As minhas sobrinhas; Kétsia e Maria Clara, por todos os sorrisos, abraços e carinho, modificando, alegremente, a vida de todos os familiares, desde o momento em que nasceram;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do Doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Doutorado Sanduíche no Exterior e pela bolsa de Doutorado de retorno ao país;

À empresa Dow Agrosience Biotecnologia & Sementes do Brasil, pela disponibilidade em fornecer as sementes utilizadas nessa pesquisa. Em especial aos senhores Paulo Salvador, Fausto e Zanquetin, pela atenção;

À Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, pela orientação, amizade e incentivo para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mark Sulc da The Ohio State University pela orientação durante o estágio no exterior e sua esposa Sally Sulc por todo carinho e atenção.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, Prof. Dr. Advaldo Aparecido, Profa. Dra. Marcela Carlota e ao Dr. José Maurício pelas contribuições para este trabalho;

Aos demais professores, pesquisadores e funcionários do Laboratório Central de Sementes pelos ensinamentos valiosos e amizade;

Aos amigos Gabriel Reis, Márcio Carmo, Ariadne Oliveira, Michelle Vasconcelos pela convivência e ajuda na condução deste trabalho. Sem você seria mais difícil.

Aos amigos do laboratório; pelo apoio e amizade;

À Marli pelo apoio e amizade durante todos períodos da realização do curso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e conquista deste sonho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Em decorrência da importância das espécies forrageiras, torna-se relevante o aprimoramento de tecnologias para agregar maior qualidade as sementes e que propiciem uma resposta mais rápida aos investimentos realizados. Assim, considerando que o tratamento fitossanitário, o revestimento e o armazenamento desempenham papel importante na manutenção da qualidade das sementes, a proposta nesta pesquisa foi verificar as alterações fisiológicas que ocorrem nas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II (*Urochloa brizantha* x *Urochloa decumbens* x *Urochloa ruziziensis*) submetidas a tecnologias como tratamento de superação de dormência, tratamento químico e revestimento ao longo do armazenamento. A alta temperatura e umidade por até 48 horas favorece a germinação das sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II, com aumento da expressão da enzima α -amilase e reduz os valores de condutividade elétrica. Ocorre perda de vigor quando as sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II são exposta a alta temperatura e umidade a partir de 96 h, com alterações nos sistemas enzimáticos e aumento da taxa respiratória. O tratamento químico com Cruiser e Maxim influencia negativamente a viabilidade, a atividade respiratória e enzimática das sementes de Braquiária híbrida cv. mulato II. O tratamento químico com Cruiser e Maxim não afeta positivamente a germinação das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II. Porém, quando associados não há incrementos na porcentagem de sementes germinadas. O ambiente convencional favorece a superação da dormência fisiológica das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II, mas como consequência aumenta a velocidade de deterioração das sementes. Sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II armazenadas em ambiente refrigerado (13 ± 3 °C) têm sua dormência preservada por 360 dias. O revestimento retarda a germinação e aumenta a expressão da enzima Álcool desidrogenase em sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento.

Palavras-chave: Braquiária híbrida. Dormência. Tratamento fitossanitário. Revestimento. Armazenamento.

ABSTRACT

Due the importance of forage species it is relevant the improvement of technologies to add greater quality seeds and provide a faster response to the investments made. Thus, whereas the treatment phytosanitary, the coating and storage has an important role in maintaining the seed quality. The aim in this research was study the physiological changes that occur in Braquiária híbrida cv. Mulato II (*Urochloa brizantha* x *Urochloa decumbens* x *Urochloa ruziziensis*) seeds submitted to technologies of scarification, chemical treatment and coating during the storage. The high temperature and humidity for up to 48 hours favors the germination of scarified seeds of Brachiaria híbrida cv. Mulato II, increasing the α -amylase enzyme expression and reduces the electrical conductivity values. There is loss of vigor when scarification seeds of Braquiária híbrida cv. Mulato II are exposed to high temperature and humidity for 96 h, with changes in enzyme systems and increased respiratory rate. The chemical treatment with Cruiser and Maxim influence negatively the viability, respiration rate and enzyme system of Braquiária híbrida cv. Mulatto II seeds. The chemical treatment with Cruiser and Maxim not affect positively the germination the seeds of Braquiária híbrida cv. Mulato II. However, when products are associated there are no increases in the percentage of germinated seeds. The conventional environment favors overcoming the physiological dormancy of Braquiária híbrida cv. Mulato II seeds, but as a result increases the seed deterioration. Braquiária híbrida cv. Mulato II stored under refrigerated (13 ± 3 ° C) have their dormancy preserved for 360 days. The coating retards the germination and enhances the expression of alcohol dehydrogenase enzyme in Brachiaria híbrida cv. Mulato II during storage.

Keywords: Braquiária híbrida. Dormancy. Phytosanitary treatment. Coating. Storage.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 - Porcentagem de germinação, na primeira contagem (A) e germinação final (B), de sementes de braquiária híbridas sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....45
- Figura 2 - Expressão da enzima α -amilase extraída de sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....47
- Figura 3 - Condutividade elétrica de sementes de lotes (A) de Braquiária híbrida sem e com escarificação (B) submetidas ao envelhecimento artificial.....48
- Figura 4 - Atividade respiratória avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....51
- Figura 5 - Zimograma referente a expressão das enzimas Malato desidrogenase (A) e Álcool desidrogenase (B) extraídas de sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....52
- Figura 6 - Zimograma referente a expressão das isoenzimas Superóxido dismutase (A) e Catalase (B) extraídas de sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....54

CAPÍTULO 3

- Figura 1 - Zimograma referente a expressão das enzimas Malato desidrogenase (A), Catalase (B) e Esterase (C) extraídas de sementes de Braquiária híbrida sem tratamento (S) e tratadas com fungicida e inseticida (C - Cruiser, M - Maxim e C+M - Cruiser e Maxim).....73

CAPÍTULO 4

- Figura 1 - Dados de temperatura (°C) e umidade relativa (%) dos ambientes de armazenamento das sementes de Braquiária híbrida em armazém convencional (A) e refrigerado (B).....85
- Figura 2 - Resultados médios de viabilidade (Tetrazólio) de sementes de Braquiária híbrida submetidas a escarificação, tratamento químico e incrustação e mantidas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias.....90
- Figura 3 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida tratadas e revestidas durante armazenamento por 540 dias.....92
- Figura 4 - Porcentagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida em armazém convencional e refrigerado por 540 dias.....97
- Figura 5 - Porcentagem de germinação e remanescentes viáveis de sementes de Braquiária híbrida mantidas em armazém convencional por 540 dias.....99
- Figura 6 - Porcentagem de germinação e remanescentes viáveis de sementes de Braquiária híbrida mantidas em armazém refrigerado (10 °C) por 540 dias.....100
- Figura 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de Braquiária híbridaprovenientes de sementes armazenadas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias.....104
- Figura 8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida proveniente de sementes armazenadas por 540 dias.....107

Figura 9 - Expressão da enzima Malato desidrogenase extraída de sementes de Braquiária híbridas armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias.....	110
Figura 10 - Expressão da enzima Álcool desidrogenase extraídas de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias.....	111
Figura 11 - Expressão da enzima Catalase extraída de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias.....	112
Figura 12 - Expressão da enzima Superóxido dismutase extraída de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias.....	113

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2

- Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), condutividade elétrica (CE), atividade respiratória (Resp.) e Teste de tetrazólio de sementes de Braquiária híbrida submetidas ao envelhecimento artificial.....40
- Tabela 2 - Porcentagem de sementes viáveis e inviáveis obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....41
- Tabela 3 - Porcentagem de germinação, avaliada na primeira contagem e germinação final, em lotes de sementes de braquiária híbrida sem e com escarificação.....42
- Tabela 4 - Primeira contagem de germinação, Porcentagem de germinação e Sementes viáveis remanescentes do teste de germinação de sementes de braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas ao envelhecimento artificial.....43
- Tabela 5 - Atividade respiratória (%CO₂.g⁻¹.h⁻¹) avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida sem e com escarificação submetidas a diferentes tempos de envelhecimento artificial.....50

CAPÍTULO 3

- Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), teste de tetrazólio (Tetra.) e atividade respiratória (At.Resp.) de sementes de Braquiária híbrida sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida.....69
- Tabela 2 - Porcentagem de sementes viáveis obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de Braquiária híbrida sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida.....70
- Tabela 3 - Porcentagem de germinação, avaliada na primeira contagem e germinação final, de sementes de braquiária híbrida sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida.....71
- Tabela 4 - Atividade respiratória (%CO₂.g⁻¹.h⁻¹) avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida.....72

CAPÍTULO 4

- Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), teste de tetrazólio (Viav.), Emergência (Emerg.) e Índice de velocidade emergência (IVE) de sementes de Braquiária híbrida tratadas e armazenadas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) até 540 dias.....86
- Tabela 2 - Viabilidade de sementes de Braquiária híbrida durante o armazenamento em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por até 540 dias.....88
- Tabela 3 - Primeira contagem de germinação de sementes Braquiária híbrida tratadas e armazenadas por 540 dias.....91

Tabela 4 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida armazenadas por 540 dias em armazém convencional e refrigerado.....	93
Tabela 5 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida tratadas e armazenadas em ambiente convencional e refrigerado.....	94
Tabela 6 - Porcentagem de germinação de de sementes de Braquiária híbrida durante o armazenamento em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias	95
Tabela 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de Braquiária híbrida durante o armazenamento em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias	102
Tabela 8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida com diferentes tratamentos e armazenadas por 540 dias....	105
Tabela 9 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida proveniente de sementes armazenadas em armazém convencional e refrigerado por 540 dias.....	108

ANEXO

Tabela 1 - Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) dos tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época de armazenamento e Época x Ambiente para os dados de Primeira contagem de germinação.....	119
Tabela 2 - Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) dos tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época x Ambiente de armazenamento para os dados de Germinação.....	120
Tabela 3 - Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) para os tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época x Ambiente de armazenamento para os dados de Viabilidade.....	121

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	19
1	INTRODUÇÃO GERAL	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Histórico e caracterização da espécie <i>Braquiária híbrida</i>	21
2.2	Qualidade e armazenamento de sementes	24
	REFERÊNCIAS	28
	CAPÍTULO 2	32
	Alterações fisiológicas em sementes de <i>Braquiária híbrida</i> cv. Mulato II após alta temperatura e umidade para superação da dormência	32
1	INTRODUÇÃO	34
2	MATERIAL E MÉTODOS	36
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	57
	CAPÍTULO 3	62
	Qualidade fisiológica de sementes de <i>Braquiária híbrida</i> cv. Mulato II após o tratamento com fungicida e inseticida	62
1	INTRODUÇÃO	64
2	MATERIAL E MÉTODOS	65
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS	76
	CAPÍTULO 4	79
	Conservação de sementes de <i>Braquiária híbrida</i> cv. Mulato II	79
1	INTRODUÇÃO	81
2	MATERIAL E MÉTODOS	82
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
4	CONCLUSÕES	115

REFERÊNCIAS	116
ANEXO.....	119

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Devido à importância da pecuária para a economia brasileira, o cultivo de plantas forrageiras assume um papel relevante na cadeia produtiva de carne e leite, já que a produção animal é baseada principalmente em pastagens de gramíneas e leguminosas forrageiras. Dentre as espécies de forrageiras tropicais utilizadas no Brasil, o gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) representa aproximadamente 75% das áreas de produção e 84% da produção de forragem total do país. As espécies forrageiras desse gênero se apresentam como uma das principais fontes de nutrientes na alimentação animal, fornecendo fibras, energia, proteínas, minerais e vitaminas.

A propagação por semente das braquiárias propicia a formação mais uniforme da pastagem e a cobertura mais rápida do solo, diminuindo assim a erosão, ocasionando menos infestação de plantas daninhas na área e, conseqüentemente, a utilização da pastagem em menor espaço de tempo (KICHEL et al., 1999).

Considerando que a qualidade das sementes utilizadas na semeadura tem uma relação estreita com o desempenho das pastagens, o aprimoramento da qualidade das sementes comerciais é extremamente relevante. Novas tecnologias de revestimento, superação de dormência, tratamento químico e conservação vem sendo adotados para várias espécies, inclusive para as do gênero *Urochloa*. No entanto, existem poucas pesquisas na área, que evidenciem o efeito dessas tecnologias ao longo do armazenamento em diferentes condições.

O revestimento das sementes é uma tecnologia adotada no Brasil em espécies de hortaliças, de grandes culturas como o milho e a soja, e, mais recentemente, de gramíneas forrageiras, por proporcionar proteção adequada à semente contra doenças e pragas, facilitar a semeadura de precisão e o estabelecimento da população de plântulas, uniformizando o formato das sementes e possibilitando aderência de produtos como micronutrientes, inseticidas, fungicidas entre outros produtos (SILVA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003; TAVARES et al., 2012).

A conservação da qualidade de sementes revestidas e tratadas depende dos produtos utilizados no revestimento, bem como das condições em que essas sementes são armazenadas, pois o pesquisas têm evidenciado que alguns produtos podem ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxicidade.

Considerando que o tratamento sanitário, o revestimento e as condições de armazenamento desempenham papel importante na manutenção da qualidade das sementes, a proposta nesta pesquisa foi verificar as alterações fisiológicas que ocorrem nas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II submetidas ao tratamento de superação de dormência, tratamento químico, revestimento e armazenadas em diferentes condições (ALMEIDA, 2007; VERZIGNASSI et al., 2008).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico e caracterização da espécie *Braquiária híbrida*

O gênero *Urochloa*, primeiramente classificada como *Brachiaria*, foi descrito por Trinius (1834) como uma subdivisão do gênero *Panicum* e depois elevado a gênero por Grisebeach (1853). A taxonomia do gênero é até hoje controversa devido à ampla e continua variação em características diferenciadoras utilizadas para delimitar espécies do gênero e mesmo entre gêneros afins, como *Urochloa*, *Eriochloa* e *Panicum*. *Urochloa ssp.* inclui cerca de 100 espécies, de origem principalmente tropical e subtropical africana. Sete dessas espécies (*Brachiaria arrecta* (Hack.) Stent., *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.), *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain., *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf, *Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweickerdt., *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf e *Brachiaria ruziziensis* (R. Germ & Evrard) são utilizadas como plantas forrageiras na América tropical (KELLER-GREIN, 1996).

No Brasil com o monocultivo de milhões de hectares de *U. decumbens*, uma cultivar rústica e apomítica, cujo embrião é uma copia exata da planta-mãe, começaram a aparecer problemas, como a alta incidência na cultura das pragas *Zulia entreriana*, *Deois fravopicta*, *Deois schac* e *Mahanarva spectabilis* (cigarrinha-das-pastagens) (NUNES et al., 1985). Neste contexto, a liberação do *U. brizantha* cv. Marandu em 1984, resistente às cigarrinhas, promoveu gradual substituição das áreas de *U. decumbens*. Os poucos cultivares comerciais disponíveis de braquiárias responde por 85% das sementes de forrageiras comercializadas no Brasil central (MACEDO, 2006).

Além dos benefícios para a pecuária o cultivo de *Urochloa* movimenta a indústria brasileira de sementes, colocando o Brasil como o maior produtor,

consumidor e exportador de sementes de forrageiras tropicais (ANDRADE, 2001; SOUZA et al., 2006).

Com a coleta de recursos genéticos forrageiros, tanto no Brasil, como na África, formou-se um novo conceito de desenvolvimento de cultivares, visando explorar a variabilidade natural das coleções, bem como gerar nova variabilidade por meio de cruzamentos (SAVIDAN et al., 1985). A seleção, a partir da variabilidade natural nessas coleções, tem sido o principal método de desenvolvimento de cultivares, utilizado para forrageiras tropicais no Brasil (MILES; VALLE, 1996; SAVIDAN; VALLE, 1999; MONTEIRO et al., 2016). Híbridos interespecíficos têm sido explorados cruzando-se plantas sexuais com outras apomíticas (VALLE et al., 2008).

O melhoramento de forrageiras tem objetivos semelhantes ao das grandes culturas, quais sejam, o aumento da produtividade e da qualidade, a resistência a pragas e doenças, a produção de sementes de boa qualidade, o uso eficiente de fertilizantes e a adaptação a estresses edafoclimáticas. Forrageiras têm, porém, o adicional da utilização animal, uma vez que seu valor é mensurado quando convertido em proteína e produtos animais de alto valor agregado, como carne, leite, couro e peles, portanto, de mensuração indireta (VALLE et al., 2008; VALLE, JANK e RESENDE 2009).

Dado os estudos de melhoramento, observou-se que o gênero *Urochloa* caracteriza-se por apresentar a maioria de suas espécies poliploides e apomíticas, com o número básico de cromossomos $x = 7$ ou $x = 9$ (KARIA; DUARTE e ARAÚJO, 2006). A *U. ruziziensis* é uma exceção, sendo a única cultivada no Brasil com reprodução sexual e diploide (SOBRINHO; LÉDO e KOPP, 2011).

Como exemplo positivo do melhoramento com o gênero *Urochloa* tem-se a *Braquiária híbrida* cv. Mulato II, que é o resultado de três gerações de cruzamento e seleção realizados pelo Projeto de Forragens Tropicais do Centro Internacional de Tecnologia na Agricultura (CIAT), localizado em Cali,

Colômbia, a partir de cruzamentos iniciados em 1989 entre *Brachiaria ruziziensis* (tetraplóide sexual) x *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (tetraplóide apomítica (ARGEL et al., 2007).

As gerações posteriores permitiram identificar visualmente em 1996 o clone FM9503/S046/024, que foi selecionado por seu vigor, produtividade e boa proporção de folhas. As progênes subsequentes deste clone confirmaram a sua reprodução apomítica e os resultados com os marcadores moleculares (microsatélites) demonstraram que o mesmo possui alelos que estão presentes na mãe *B. ruziziensis*, na *B. decumbens* cv. Basilisk e em outros acessos de *B. brizantha*, incluindo a cv. Marandu.

Com base nas normas de classificação de germoplasma do CIAT, tal clone foi identificado posteriormente como sendo o acesso *Brachiaria híbrido* CIAT 36087. No ano 2000 a empresa Semillas Papalotla S.A. do México, adquiriu junto ao CIAT os direitos exclusivos de multiplicação e comercialização deste e de outros híbridos, liberando-o em 2005 como a cultivar Mulato II, que apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens, resistência à secas prolongadas, altas temperaturas e ao pisoteio, além disto, responde bem a adubação nitrogenada (ARGEL et al., 2007).

No Brasil o direito de produção do cultivar Mulato II foi adquirido pela empresa Dow Agrosiences Sementes & Biotecnologia Brasil Ltda, com cadastro no Registro Nacional de Cultivares em 2005, com o nome Braquiária híbrida cv. Mulato II (*Urochloa brizantha* x *Urochloa decumbens* x *Urochloa ruziziensis*). Atualmente comercializada pela empresa produtora como Convert HD

2.2 Qualidade e armazenamento de sementes

O mercado de sementes de espécies forrageiras é altamente competitivo e a comercialização baseada, principalmente, no valor cultural dos lotes que é função direta das porcentagens de pureza física e de germinação, o que exige conhecimento prévio da viabilidade dos lotes e do seu potencial de armazenamento, notadamente em condições tropicais (CAVALCANTE FILHO, 2006). Em decorrência dessa necessidade, torna-se relevante o aprimoramento das tecnologias para determinar a qualidade das sementes, que possibilitem sua comercialização e utilização (ALMEIDA, 2007).

Com relação a qualidade, as sementes de braquiária apresentam problemas de desuniformidade de maturação, entre e dentro de plantas, o que leva os produtores a optarem por dois sistemas de colheita: a colheita em cachos e a de varredura (PESKE; BARROS, 1997; MIRANDA et al., 1999).

Apesar de propiciar maior pureza física a colheita em cachos, principalmente, leva a obtenção de lotes com altos índices de dormência, cuja natureza, seja por restrição na difusão de oxigênio, pelo impedimento mecânico propiciado pela presença de glumas ou pelo desbalanço hormonal (SILVA et al., 2014), ainda é desconhecido pela pesquisa, no caso da *Braquiária híbrida*, a intensidade dessa dormência e o tempo de persistência após a colheita.

O estudo de alternativas para superação da dormência em condições de laboratório pode contribuir para a comercialização rápida de lotes com dormência, que em condições de campo tem sua dormência superada. Uma dessas alternativas consiste no tratamento térmico sob alta umidade, similar ao envelhecimento acelerado, no entanto, o efeito desses tratamentos, tanto na superação da dormência, quanto na deterioração, ainda é uma incógnita quando se trata de *Braquiária híbrida*.

Além do aspecto relacionado a dormência, a sanidade das sementes de braquiária é preocupante pelo alto índice de contaminação, dadas as impurezas provenientes do campo de produção, o que pode ser minimizado pelo tratamento químico (MALLMANN et al., 2013).

Deve-se sempre considerar a possibilidade da produção de sementes sadias por meio do manejo do campo de produção, com beneficiamento visando à eliminação das sementes portadoras de patógenos (peneiras, mesa gravitacional, separação pela cor), armazenamento sob condições adequadas e seleção dos melhores lotes após análise de amostras representativas.

Além das corretas condições de armazenamento, o revestimento constitui-se num grande avanço na produção tecnológica de sementes, inclusive de forrageiras. É uma tecnologia adotada no Brasil já há algum tempo em espécies de hortaliças, de grandes culturas, como o milho e soja, com poucas informações sobre sementes de espécies forrageiras (MENDONÇA, 2003; SANTOS et al., 2010).

Segundo Medeiros et al. (2004), a utilização de métodos e tecnologias de produção, como a do revestimento, tem sido uma exigência crescente do mercado, cada vez mais competitivo em relação à agregação de valor às sementes. Para isto, são necessárias sementes com alta uniformidade de germinação/emergência (vigor) e que produzam plântulas com alto potencial de crescimento (BAUDET; PERES, 2004; SANTOS et al., 2010).

No entanto, torna-se necessário avaliar o comportamento das sementes revestidas e que foram tratadas (MACHADO, 2000; CONCEIÇÃO et al., 2014) pois o tratamento de sementes é utilizado como ferramenta de proteção à semente tanto no campo como no armazenamento que pode se estender por um período maior que 12 meses. Associada à tecnologia de desenvolvimento de novos ingredientes ativos estão associadas à tecnologia de formulação do mesmo e de recobrimento das sementes (JULIATTI, 2010).

Segundo Gassen (1996), o tratamento das sementes é considerado como um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas, entretanto, resultados de pesquisas tem evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação com fungicidas podem ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxidez (ABATI et al., 2014).

Daí a importância da realização de estudos específicos sobre tratamento de sementes com produtos de última tecnologia envolvendo o armazenamento (NASCIMENTO et al., 1996; BAUDET e PESKE, 2006), pois constitui etapa obrigatória de um programa de produção de sementes.

No Brasil, o armazenamento de sementes é uma operação particularmente importante devido às condições climáticas tropicais e subtropicais com altas temperaturas e umidades relativas, que são desfavoráveis à manutenção da qualidade das sementes (LUDWIG et al., 2011, ROSA et al., 2012).

A umidade e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes no armazenamento e a sua condução de forma regular e eficiente refletirá na viabilidade do lote, evitando os descartes por reduções de germinação abaixo dos padrões para cada espécie, inclusive de espécies forrageiras (MACEDO et al., 1998; ALMEIDA et al., 2015).

Da maturidade fisiológica até o momento de sua utilização na semeadura, as sementes estão sujeitas à perda da qualidade fisiológica pelas mudanças bioquímicas e fisiológicas que passam a ocorrer, como aumento da atividade respiratória, degradação de membranas e alteração no metabolismo enzimático (MARTINS, BOVI e NAKAGAWA, 2007). A deterioração, em muitos casos imperceptível na fase inicial, manifesta-se no decorrer do tempo, ocasionando reflexos negativos no vigor (GARCIA et al., 2004).

No entanto, o sucesso de um correto armazenamento é também muito influenciável (SINICIO et al., 2009). A velocidade do processo deteriorativo

durante o período de armazenamento pode ser reduzida em função de fatores como longevidade das sementes, qualidade inicial, estágio de maturação, grau de umidade, condições físicas da semente, condições do ambiente de armazenamento, tratamento fitossanitário e tipo de embalagem (SALES et al., 2011).

Todas essas tecnologias como os tratamentos químicos, alternativas para superação da dormência, revestimento e armazenamento podem afetar tanto positivamente quanto negativamente a qualidade das sementes com consequência imediata ou latentes nos lotes de sementes comerciais.

Com o surgimento e desenvolvimento de novas cultivares e espécies híbridas, como a *Braquiária híbrida* Mulato II, se faz necessário o aprimoramento de técnicas para avaliar a qualidade fisiológicas das sementes, afim de gerar conhecimento adequado permitindo que sejam adotadas medidas corretas para a melhor avaliação e conservação do vigor das sementes em todas as etapas do processo produtivo, sobretudo durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J. et al. Tratamento com fungicidas e inseticidas na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 4, 2015.
- ALMEIDA, A.P. **Manejo de pastagens**. Viçosa, MG, CPT, 380p., 2007.
- ALMEIDA, A. S. et al. Physiological quality of *Urochloa* seeds treated with thiamethoxam. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.1, p.67–76, 2015
- ARGEL, J. P. et al. **Cultivar Mulato II (Brachiaria híbrida CIAT 36087)**. Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistentes às cigarrinhas e adaptada aos solos tropicais ácidos e bem drenados. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. 22p.
- BAUDET, L.; PESKE, S.T. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 10, n. 1, p.20-23, 2006.
- CAVALCANTE-FILHO, F. N. **Efeitos térmicos e de graus de umidade constantes na liberação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - FEAGRI-UNICAMP. 2006. 43p.
- CONCEIÇÃO, G. M. et al. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, 2014.
- GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.
- GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: aldeia Norte, 1996. 134p.
- JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.
- KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin.) Griseb. no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 57p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 163).

KELLER-GREIN, G. et al. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collection. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). ***Brachiaria: biology, agronomy and improvement***. Cali: CIAT, 1996. p.16-35.

KICHEL, A. N. et al. **Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte na integração-pecuária**. In. Simposio de produção de gado de corte, 1.; 1999, Viçosa, MG. Anais...Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 201-234.

LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 395 - 406, 2011.

MACEDO, E. C. et al. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 454-461, abr./jun. 1998.

MACEDO, M. C. M. **Aspectos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006, 65p.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.1

MALLMANN, G. et al . Fungi and nematodes associated with tropical forage seeds. **Summa phytopathologica.**, Botucatu, v. 39, n. 3, p. 201-203, set. 2013 .

MARTINS, C. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de palmiteiro-vermelho em função da desidratação e do armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 188-192, 2007.

MEDEIROS, L. T. et al. Qualidade fisiológica de sementes de amendoim forrageiro submetidas a diferentes tempos e ambientes de armazenamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, 2013.

MENDONÇA, E. A. F. **Revestimento de sementes de milho superdoce**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, 63p., 2003.

MILES, J. W.; Valle, C. B. Manipulation of apomixis in Brachiaria breeding In: Miles JW, Maass BL & Valle CB do (Eds.) **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. CIAT/ Brasília:EMBRAPA-CNPGC, p. 164-177. (CIAT Publication, n. 259), 1996.

MIRANDA, L. C. et al. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.11, p.2097-2108., 1999.

MONTEIRO, L. C. et al. *Brachiaria decumbens* intraspecific hybrids: characterization and selection for seed production. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 62-67, 2016.

NUNES, S. G. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, (Documento, 21). 1985, p.31.

OLIVEIRA, J. A. et al. Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 36-47, 2003.

PESKE, S.T.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes de arroz. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas : UFPel. p. 351 412., 1997.

ROSA, K. C. et al. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 22, n. 3, 2012.

SALES, J. F. et al. The germination of bush mint seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. **Acta scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 709-713, 2011.

SANTOS, F. C. et al. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 069-078, 2010.

SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; PENTEADO, M. **Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de Modus operandi**. Campo Grande, EMBRAPA – CNPGC, 36p. (Documentos, 24), 1985.

SAVIDAN, Y. H.; Valle, C. B. Amélioration génétique des graminées fourragères tropicales. In: Roberge G & Toutain B (Eds.). **Cultures fourragères tropicales**. Montpellier, La Librairie du CIRAD - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement. p. 53-68, 1999.

SILVA, A. L. M. S. et al. Tratamentos para quebra de dormência em *Brachiaria brizantha*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n.5, p. 37-41, 2014.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alfaca em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2002.

SINICIO, R. et al. Validação do aplicativo computacional Seedsolve para previsão das perdas de germinação e vigor de sementes armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 9-18, 2009.

SOBRINHO, F. S.; LÉDO, F. J. S.; KOPP, M. M. Estacional idade e estabilidade de produção de forragem de progênies de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 685-691, 2011.

SOUZA, F. H. D. et al. **Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens**. 1ª ed. Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos. SP. v. 1. 2006. 241 p.

TAVARES, L.C. et al. Performance of lowland rice seeds coated with dolomitic limestone and aluminum silicate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2 p. 202 - 211, 2012.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

VALLE, C. B. et al. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: Resende, R.M.S.; Valle, C.B.do & Jank, L. (Eds.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p. 13-53, 2008.

VERSIGNASSI, J. R. et al. **Tecnologia de sementes de forrageiras tropicais: demandas estratégicas de pesquisa**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2008. 17p.

CAPÍTULO 2

Alterações fisiológicas em sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II após alta temperatura e umidade para superação da dormência

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do tratamento térmico em condição úmida como método para superação da dormência das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação prévia. Para isso sementes de dois lotes foram submetidas a temperatura de 42 °C e alta umidade relativa por diferentes períodos (0, 24, 48, 72 e 96 h) e posterior secagem a 30 °C por 24 h. As alterações fisiológicas foram avaliadas pelos testes de tetrazólio, germinação, condutividade elétrica, teste de respiração e expressão das enzimas α -amilase, Malato desidrogenase, Álcool desidrogenase, Catalase e Superóxido dismutase. Como procedimento estatístico adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes. A alta temperatura e umidade por até 96 horas não alteram a viabilidade das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II dado pelo teste de tetrazólio. A alta temperatura e umidade por até 48 horas favorece a germinação das sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II, com aumento da expressão da enzima α -amilase e reduz os valores de condutividade elétrica. Ocorre perda de vigor quando as sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II são expostas a alta temperatura e umidade a partir de 96 h, com alterações nos sistemas enzimáticos e aumento da taxa respiratória.

Palavras-chave: Germinação. Condutividade elétrica. Respiração. Isoenzimas.

Physiological changes in *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II seeds after high temperature and humidity to overcome dormancy

ABSTRACT

This study aimed evaluate the effect of heat treatment in wet condition as a method to overcome the seed dormancy of *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II with and without previous scarification. For this, two seed lots were subjected to 42 ° C and high humidity for different times (0, 24, 48, 72 and 96 h) and subsequent drying at 30 ° C for 24 h. The physiological changes were evaluated by the tetrazolium test, germination, electrical conductivity, respiration test and expression of α -amylase enzymes, malate dehydrogenase, alcohol dehydrogenase, catalase and superoxide dismutase. As a statistical procedure was adopted the completely randomized design with four replications of 50 seeds. The high temperature and humidity for up to 96 hours do not affect the seed viability of *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II given by the tetrazolium test. The high temperature and humidity for up to 48 hours favors the germination of scarified seeds of *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, increasing the α -amylase enzyme expression and reduces the electrical conductivity values. There is loss of vigor when scarification seeds of *Braquiária híbrida* cv. Multo II are exposed to high temperature and humidity for 96 h, with changes in enzyme systems and increased respiratory rate.

Keywords: Braquiária híbrida. Dormancy. Phytosanitary treatment. Coating. Storage.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de forrageiras tropicais utilizadas no Brasil, o gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) caracteriza-se como uma das principais fontes de nutrientes na alimentação animal, fornecendo fibras, energia, proteínas, minerais e vitaminas (SANTOS et al., 2011; TEODORO et al., 2012; EUCLIDES et al.; 2016).

Em decorrência da importância das espécies forrageiras, torna-se relevante o aprimoramento das tecnologias para agregar maior qualidade as sementes, que tem uma relação direta com a formação da pastagem, garantindo assim, uma resposta mais rápida aos investimentos realizados no processo de produção (MARTINS; SILVA, 2003; MESCHEDE et al., 2004; QUADROS et al., 2012;).

O cultivar Mulato II é a primeira espécie híbrida de braquiária comercializada no Brasil, e foi desenvolvida a partir do cruzamento de três espécies de *Urochloa* (*U. brizantha* x *U. decumbens* x *U. ruziziensis*), que apresenta características de resistência à cigarrinha-das-pastagens (*Zulia entreriana*, *Deois fravopicta* e *Deois schac*), à secas prolongadas, altas temperaturas, solos ácidos, além de responder bem ao pastejo e a adubação nitrogenada (RICAURTE; RAO e MENJIVAR, 2007; TEODORO et al., 2012; RAMOS e VITAL, 2016). Por ser um material recentemente lançado, pesquisas com sementes desse híbrido ainda são escassas.

Apesar das vantagens agrônômicas, as sementes dessa espécie híbrida, assim como as braquiárias de modo geral, apresentam dormência (COSTA et al. 2011). Contudo, o mecanismo de dormência possui peculiaridades para as diferentes espécies, tornando difícil qualquer generalização sobre suas causas, que podem ocorrer independentemente ou combinadas, como acontece para a

maioria das sementes de gramíneas forrageiras (PREVIERO et al., 1998, SANTOS et al., 2011).

Segundo Whiteman e Mendra (1982) a dormência em sementes de *Urochloa* é controlada por dois mecanismos, a dormência fisiológica presente em sementes recém-colhidas e a dormência mecânica imposta pelos envoltórios, relacionada a restrições a entrada de oxigênio nas sementes. A dormência associada ao embrião é progressivamente suprimida durante o armazenamento e a imposta pelos envoltórios persiste em sementes armazenadas por longos períodos (SIMPSON, 1990). Apesar da evidente importância da dormência em sementes recém-colhidas, os mecanismos que estão envolvidos na superação da dormência que ocorre durante o armazenamento ainda são pouco elucidados.

Devido a isso alguns métodos são recomendados para a superação total da dormência das sementes, como os tratamentos químicos, escarificação mecânica e tratamentos térmicos com o uso de temperaturas elevadas. Para sementes de braquiária têm-se recomendado a escarificação química com ácido sulfúrico, porém apresenta riscos operacionais aos trabalhadores, polui o ambiente e, além disso, pode promover danos qualitativos às sementes. Assim, a escarificação mecânica apresenta vantagens por remover as estruturas externas das sementes, facilitando trocas gasosas pelas sementes.

Além das metodologias de escarificação, pesquisas que avaliam a superação da dormência em sementes de gramíneas forrageiras têm considerado a ação de temperaturas elevadas e alta umidade (PEREIRA et al., 2014; LACERDA et al., 2010) com efeito benéfico como pode ser observado pelos resultados obtidos para superação de dormência em lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (VIEIRA; SILVA e BARROS, 1998; MARTINS; SILVA, 2003; MESCHEDE et al., 2004), *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (FREITAS et al., 1990) e *Brachiaria decumbens* (USBETI et al., 1990). Diante o exposto, objetivou-se avaliar a influencia da alta temperatura e

umidade na superação da dormência das sementes de Braquiária híbrida Mulato II sem e com escarificação mecânica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dois lotes de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II (sem e com escarificação mecânica por fricção em rolos de borracha) produzidos pela empresa Dow Agrosiences Sementes & Biotecnologia Brasil Ltda. As sementes de cada lote foram homogeneizadas e submetidas ao envelhecimento artificial sobre tela de alumínio fixada em caixas plásticas tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada e acondicionadas em câmaras de germinação tipo BOD a 42 °C, durante 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

Após o período de acondicionamento as sementes foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura constante de 30 °C por 24 horas. Após a secagem a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes:

Teste de germinação: como substrato foi utilizado papel mata-borrão, em caixas gerbox, umedecido com 2,5 vezes a massa seca do papel em água destilada. As sementes foram mantidas em BOD com temperatura alternada 20-35 °C e fotoperíodo de 8 h de luz e 16 h de escuro, realizando-se a contagem de plântulas normais conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) no sétimo dia (primeira contagem), contagem final no vigésimo primeiro, além de uma contagem intermediária no décimo quarto dia após a semeadura.

Teste de tetrazólio: as sementes foram pré-embebidas entre papel de filtro umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada e mantidas em germinador com temperatura a 30 °C por 18 horas; decorrido esse período, as sementes foram cortadas longitudinalmente com auxílio de pinça e bisturi. Após

o corte as sementes foram colocadas em solução de 1,0% de cloreto 2-3-5 trifenil tetrazólio em frascos escuro e mantidos em câmaras de germinação tipo BOD com temperatura constante de 30 °C por 2 horas.

As sementes foram avaliadas considerando-se a localização e a intensidade da coloração de suas estruturas em sementes viáveis e não viáveis.

Condutividade elétrica de massa: as sementes foram pesadas e colocadas para embeber em 50 ml de água destilada e deionizada em copo plástico descartável e mantidas em BOD com temperatura de 25 °C por 24 horas. Após o período de embebição procedeu-se a leitura da condutividade elétrica por meio do condutivímetro MS TECNOPON[®], modelo mCA 150, sendo os resultados expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

Análise da atividade respiratória: as sementes foram pesadas e semeadas em folha única de papel germitest (11x11 cm), umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada. Após a semeadura os papeis em formato de rolos foram colocados em tubos Falcon (50 mL) com uma abertura na tampa vedada com uma borracha específica, impedindo trocas gasosas com o ambiente, mas permitindo a entrada de uma agulha para retirada do ar por meio do aparelho PBI - Dansensor CHECKPOINT O₂/CO₂, que funciona com um leitor eletroquímico que absorve uma alíquota de 15 mL da atmosfera da amostra e instantaneamente realiza a leitura da porcentagem de dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂).

Os valores de dióxido de carbono obtidos nas leituras, foram posteriormente, divididos pela massa de sementes presentes no tubo e pelo tempo desde o lacramento até a leitura final, realizada após 24 h, sendo os resultados expressos em $\% \text{CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Como medida de calibração manteve-se quatro tubos Falcons contendo apenas a folha de papel germitest umedecida sem as sementes (Ensaio em branco).

Análise isoenzimática: após o envelhecimento e secagem, dois gramas de sementes foram maceradas com antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) em nitrogênio líquido. Foram pesadas subamostras de 100 mg do material macerado e acrescido de 250 μ L do tampão de extração (Tris HCl 0,2M pH 8,0 + 0,1% de β -mercaptoetanol). O material foi colocado em geladeira (4 °C) por 12 h e depois centrifugado a 14000 rpm por 30 minutos a 4 °C. A eletroforese em géis de poliacrilamida foi desenvolvida em sistema descontínuo (4,5% gel de concentração e 7,5% gel de separação). O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Para proceder a corrida eletroforética, foram aplicados nas canaletas dos géis 50 μ L do sobrenadante de cada amostra e a corrida realizada a 4 °C por quatro horas a uma voltagem constante de 150 V. Ao término da corrida, os géis foram revelados para as enzimas Malato desidrogenase (MDH), Álcool desidrogenase (ADH), Catalase (CAT), Superóxido dismutase (SOD), Esterase (EST) e α -amilase conforme protocolos contidos em Alfenas (2006). Para avaliação da enzima α -amilase, uma amostra de um grama de sementes foi previamente embebida em papel de filtro umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada por 48 h antes da maceração.

Procedimento estatístico: adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes, em esquema fatorial 2x2x5, sendo dois lotes de sementes, sem e com escarificação mecânica, submetidas a cinco períodos de superação de dormência com alta temperatura e umidade por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Após a tabulação dos dados, as médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de regressão, para dados quantitativos, e comparação de média, para dados qualitativos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância apresentada na Tabela 1, para a primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação final e a condutividade elétrica, além do efeito isolado dos tratamentos, a qualidade fisiológica das sementes é influenciada de forma diferenciada pela escarificação das sementes e pela exposição à alta temperatura e umidade, dada a interação significativa entre estes fatores.

Para atividade respiratória há influência na qualidade fisiológica dos lotes de acordo com a escarificação das sementes envelhecidas artificialmente e para os resultados da viabilidade das sementes, obtido pelo teste de tetrazólio, foi observado apenas variação entre os lotes de sementes utilizados.

Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), condutividade elétrica (CE), atividade respiratória (Resp.) e Teste de tetrazólio de sementes de *Braquiária híbrida* cv. Mulato II submetidas a alta temperatura e umidade

F.V.	G.L.	Q.M.					
		PC	Germ	Viáveis	Emerg	IVE	TME
Época (E)	6	2646,58*	912,49*	1916,49*	1220,23*	8,39*	63,38*
Ambiente (A)	1	173,37ns	260,83ns	974,73*	1617,78*	10,61*	4,08**
Tratamento (T)	8	962,90*	1894,24*	1330,15*	1571,39*	9,06*	12,07*
E x A	6	950,28*	486,86*	220,37*	1234,85*	6,63*	3,95*
E x T	48	223,49*	202,01*	67,60*	378,33*	1,32*	1,35**
A x T	8	715,04*	918,59*	100,30*	229,21*	0,58ns	1,03ns
E x A x T	48	155,42ns	109,23**	96,42*	116,36*	0,42ns	0,97ns
Erro	252	119,47	74,89	21,81	75,47	0,38	0,9
Total	377						
C.V. (%)		22,29	12,26	5,73	15,73	19,4	10,04

^{ns} Não significativo, ^{**} Valor de F significativo a 5 e 1% de probabilidade.

A partir dos resultados de viabilidade (Tabela 2), pode-se observar que o Lote 1 possui a maior porcentagem de sementes viáveis em relação ao Lote 2 e que a exposição das sementes à alta temperatura e umidade não alterou a viabilidade das sementes.

Tabela 2 - Porcentagem de sementes viáveis e inviáveis obtidos pelo teste de tetrazólio em sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade

Envelhecimento	Escarificação	Viáveis	
		Lotes	
		1	2
0	Sem	76	67
	Com	78	60
24	Sem	72	64
	Com	77	63
48	Sem	72	65
	Com	70	62
72	Sem	72	64
	Com	72	66
96	Sem	75	64
	Com	73	66
Média		74 A	64 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A escarificação influenciou a velocidade de germinação pelos resultados de primeira contagem, observando-se diferenças entre os lotes e tratamentos de escarificação (Tabela 3). No entanto, esse efeito da escarificação não foi observado para os lotes na contagem final, isso reforçou a evidência de que além da dormência tegumentar a cultivar Mulato II apresentam dormência fisiológica ao embrião como observado para as outras espécies de Braquiária.

Tabela 3 - Porcentagem de germinação, avaliada na primeira contagem e germinação final, em lotes de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação

Primeira contagem de germinação (%)			
Lotes	Escarificação		Média
	Sem	Com	
1	30	42	36 B
2	41	51	46 A
Média	35 b	47 a	

Germinação Final (%)			
Lotes	Escarificação		Média
	Sem	Com	
1	47	55	51 A
2	48	61	54 A
Média	47 b	58 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para a primeira contagem e germinação final, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve efeito tanto da tratamento térmico e úmido como da escarificação na germinação das sementes, independente do lote avaliado (Tabela 4).

A escarificação não alterou a porcentagem de germinação das sementes. No entanto, a partir de 24 h de envelhecimento, as sementes escarificadas germinaram mais rapidamente. Esse comportamento se manteve até 72 h, quando houve uma inversão de valores, quando as sementes não escarificadas maior velocidade de germinação, provavelmente dada pela maior capacidade de absorção de água e oxigênio promovida pela exposição à alta temperatura e umidade.

Tabela 4 - Primeira contagem de germinação, Porcentagem de germinação e Sementes viáveis remanescentes do teste de germinação de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade

Primeira contagem de germinação (%)					
Escarificação	Envelhecimento artificial (Horas)				
	0	24	48	72	96
Sem	39 A	30 B	31 B	31 B	44 A
Com	45 A	44 A	54 A	50 A	40 B
Germinação (%)					
Escarificação	Envelhecimento artificial (Horas)				
	0	24	48	72	96
Sem	49 B		44 B	47 B	54 A
Com	61 A	60 A	66 A	60 A	46 B
Remanescente viáveis da germinação (%)					
Escarificação	Envelhecimento artificial (Horas)				
	0	24	48	72	96
Sem	10	13	12	11	8
Com	5	5	5	5	2

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas, para a primeira contagem e germinação final, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a germinação, houve superioridade de valores para as sementes escarificadas, mesmo antes do envelhecimento (Tabela 4). Aos 96 h de envelhecimento esse comportamento, a exemplo da primeira contagem, foi alterado, indicando um efeito mais drástico da temperatura e da umidade nas sementes que já não possuíam a estruturas de proteção (pálea e lema), retiradas no processo de escarificação.

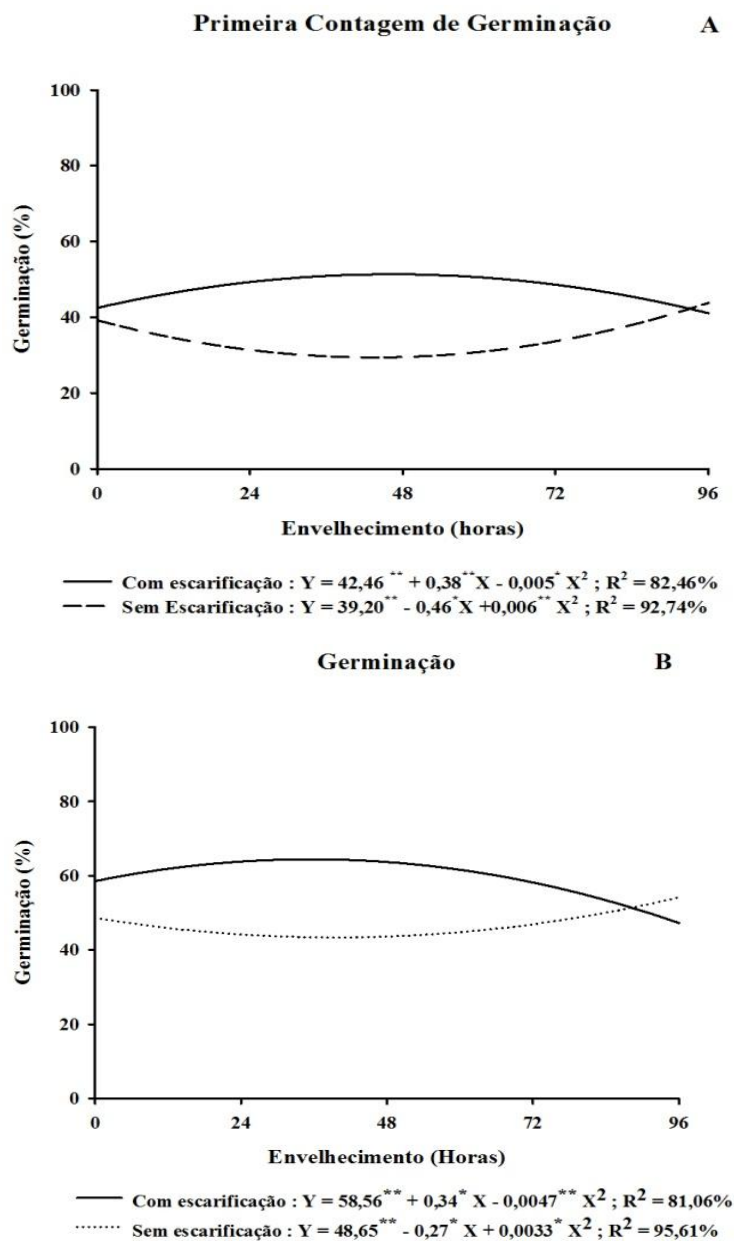
Resultados semelhantes foram obtidos por Meschede et al. (2004) para sementes de *U. brizantha* cultivar Marandu envelhecidas por 60 h. Em *U. plantaginea*, Freitas et al. (1990) observaram que sementes submetidas ao

tratamento térmico a 40 °C por quatro semanas tiveram sua germinação aumentada, enquanto sementes mantidas à 4 °C mantiveram-se com o mesmo grau de dormência. No mesmo sentido, Vieira; Silva e Barros (1998) recomendam o pré-aquecimento das sementes a 70 °C ou envelhecimento artificial a 42 °C, ambos por 72 h, como eficientes em superar a dormência das sementes de *U. brizantha*.

Ainda na Tabela 4, a análise das sementes remanescentes viáveis indica um efeito positivo da escarificação e da exposição das sementes à alta temperatura e umidade na germinação das sementes, sem contudo eliminar totalmente as sementes dormentes. Esses resultados levam a crer que existe mais de um mecanismo de dormência que regula a germinação de braquiária híbrida, além da impermeabilidade a gases, a exemplo de outras espécies de braquiária conforme citado por Freitas et al., 1990 e Sallum et al., 2010.

Pelos dados obtidos na análise de regressão (Figura 1A e 1B) pode-se observar a tendência do aumento da velocidade de germinação para as sementes escarificadas e redução para não escarificadas entre 24 e 72 h, promovidas pela maior permeabilidade das sementes.

Figura 1 - Porcentagem de germinação, na primeira contagem (A) e germinação final (B), de sementes de Braquiária híbridas cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade

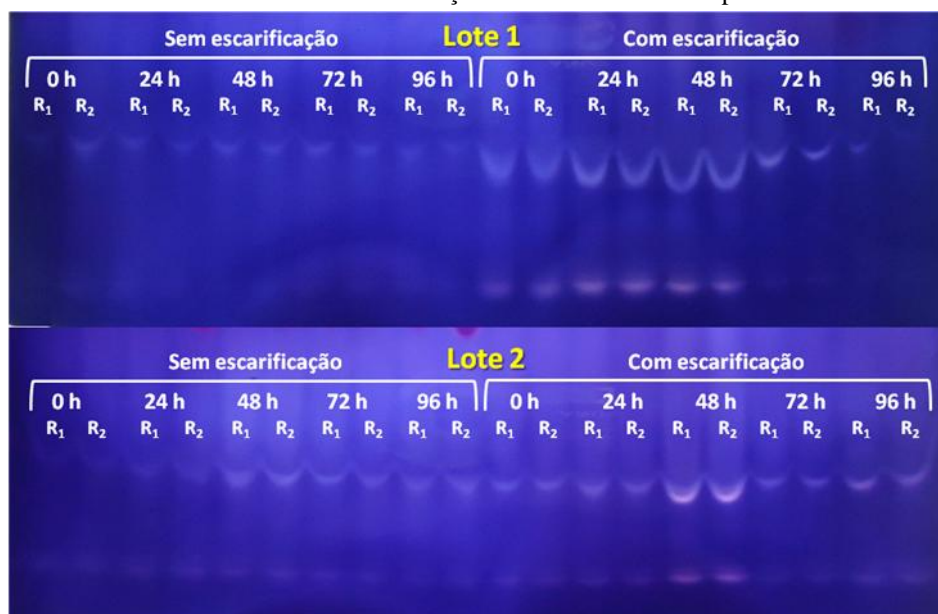


Diferenças entre os lotes para os valores de germinação e do tetrazólio foram observados devido a dormência das sementes, mesmo após o processo de escarificação. Em sementes de *U. brizantha* cv. Marandu, efeito semelhante foi observado por Custódio et al. (2012), que ressaltam que a dormência das sementes nas espécies de braquiária é causada por diferentes fatores, os quais podem ocorrer isolados ou combinados (MESCHEDES et al., 2004; DIAS; ALVES, 2008; GASPAR-OLIVEIRA et al., 2008; SALLUM et al., 2010).

Diferenças nos valores de germinação entre sementes de braquiária escarificadas em relação as não escarificadas, também foram observadas por Marchi et al. (2008) e Santos et al. (2011) para a *U. brizantha* cv. Piatã e para *U. dictyoneura* (ALMEIDA; SILVA, 2004), evidenciando que a presença de dormência é um característica comum entre as espécies de braquiárias, o que inclui a cultivar Mulato II, e que a escarificação é benéfica a germinação das sementes.

O efeito benéfico do tratamento térmico e úmido na germinação das sementes escarificadas da cultivar Mulato II também foi evidenciado pelo aumento da expressão da enzima α -amilase nos lotes de sementes avaliados (Figura 2).

Figura 2 - Expressão da enzima α -amilase extraída de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade



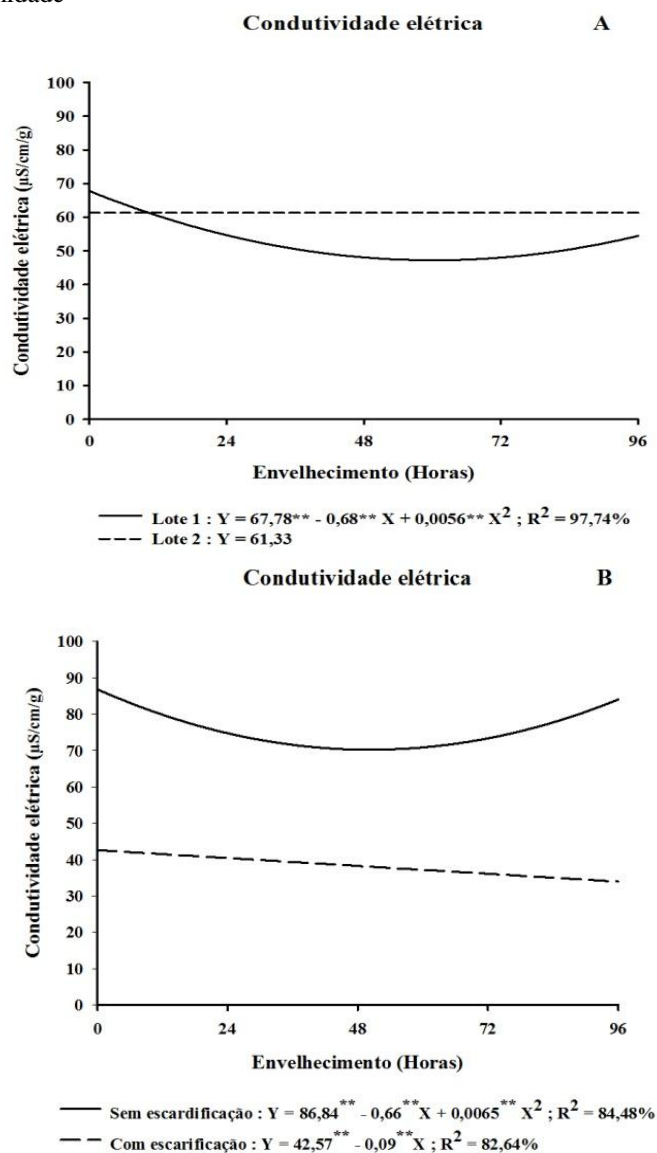
Diferentemente, para sementes sem escarificação o aumento na expressão da enzima α -amilase passa a ocorrer a partir de 48 h, da mesma forma que ocorreram incrementos nos valores de germinação após esse período e até o final do envelhecimento (Figura 1B).

Esse aumento na expressão da enzima α -amilase está diretamente relacionada a alta qualidade de sementes, pois essa enzima é responsável por até 90% da atividade amilolítica em sementes que possuem amido como principal componente de reserva, como as sementes de braquiária. Ao promover a quebra do amido ocorre o fornecimento de carboidratos necessários ao desenvolvimento do embrião (FRANCO et al., 2002).

Outro efeito benéfico observado na avaliação das sementes da cultivar Mulato II além dos observados na germinação diz respeito aos valores de condutividade elétrica (Figura 3A e 3B). Foram observadas reduções na

quantidade de lixiviados das sementes do Lote 1 em comparação as sementes do lote 2, que mantiveram os valores de condutividade constantes ao longo da exposição à alta temperatura e umidade (Figura 3A).

Figura 3 - Condutividade elétrica de sementes de lotes (A) de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação (B) submetidas a alta temperatura e umidade



Com relação a condutividade elétrica para as sementes sem escarificação (Figura 3B) uma redução na quantidade de lixiviados ocorreu até o período de 48 h, passando a ser crescente com o avanço da exposição à alta temperatura e umidade. Para as sementes escarificadas, foram observados valores de condutividade elétrica menores que os das sementes sem escarificação e que estes valores decrescem linearmente até o final do tratamento térmico e úmido, evidenciando um provável reparo celular, em conformidade com os resultados obtidos por autores como Vieira; Silva e Barros, 1998; Martins; Silva, 2003; Meschede et al., 2004; Previero et al., 1998, Santos et al., 2011, trabalhando com outras espécies de braquiária.

Acredita-se que a diferença entre os valores de condutividade elétrica para as sementes sem e com escarificação pode ocorrer pelo alto teor de impurezas provenientes do campo de produção que podem estar aderidas as camadas envoltórias nas sementes sem escarificação, uma vez que, essas camadas foram parcialmente removidas com o processo de escarificação mecânica, alterando a permeabilidade, pois além de alterações nos valores de condutividade elétrica, também foram observadas alterações na atividade respiratória das sementes.

As concentrações de dióxido de carbono mensuradas a partir da respiração das sementes encontram-se descritos na Tabela 5. Diferenças na taxa respiratória das sementes ocorreram em cada tempo de exposição à alta temperatura e umidade entre os lotes de sementes sem e com escarificação.

Tabela 5 - Atividade respiratória (%CO₂.g⁻¹.h⁻¹) avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade

Envelhecimento	Escarificação	Lotes	
		1	2
0 h	Sem	0,33 Ba	0,26 Ba
	Com	0,56 Aa	0,43 Aa
24 h	Sem	0,56 Ba	0,36 Bb
	Com	0,96 Aa	0,50 Ab
48 h	Sem	0,56 Ba	0,36 Bb
	Com	1,16 Aa	0,50 Ab
72 h	Sem	0,46 Ba	0,36 Ab
	Com	0,90 Aa	0,30 Ab
96 h	Sem	0,50 Ba	0,43 Aa
	Com	1,16 Aa	0,43 Ab

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, em cada tempo de envelhecimento artificial, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

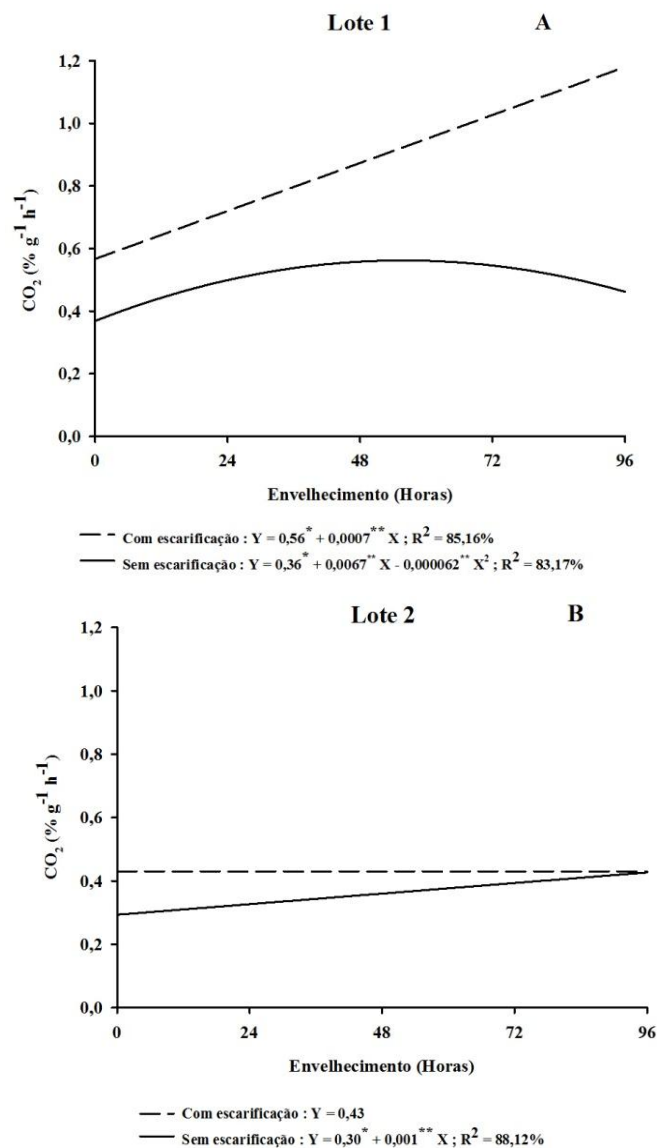
As maiores concentração de CO₂ foram observadas ao longo do envelhecimento artificial no Lote 1 para as sementes escarificadas. No segundo lote, diferenças nas concentrações de CO₂ são observadas entre sementes sem e com escarificação até o período de 48 h. De modo geral, para os lotes avaliados as sementes escarificadas possuem maior atividade respiratória em relação as sementes sem escarificação.

No Lote 1 aumento na atividade respiratória ocorre de forma constante para as sementes escarificadas, para as sementes sem escarificação aumento na concentração de CO₂ ocorre até atingir 48 h, quando passou a ser decrescente (Figura 4A).

No Lote 2 a atividade respiratória das sementes foi maior nas sementes escarificadas do que o observado para as sementes sem escarificação, com os valores constantes ao longo do períodos de exposição ao tratamento térmico e úmido. Além disso, a atividade respiratória das sementes sem escarificação

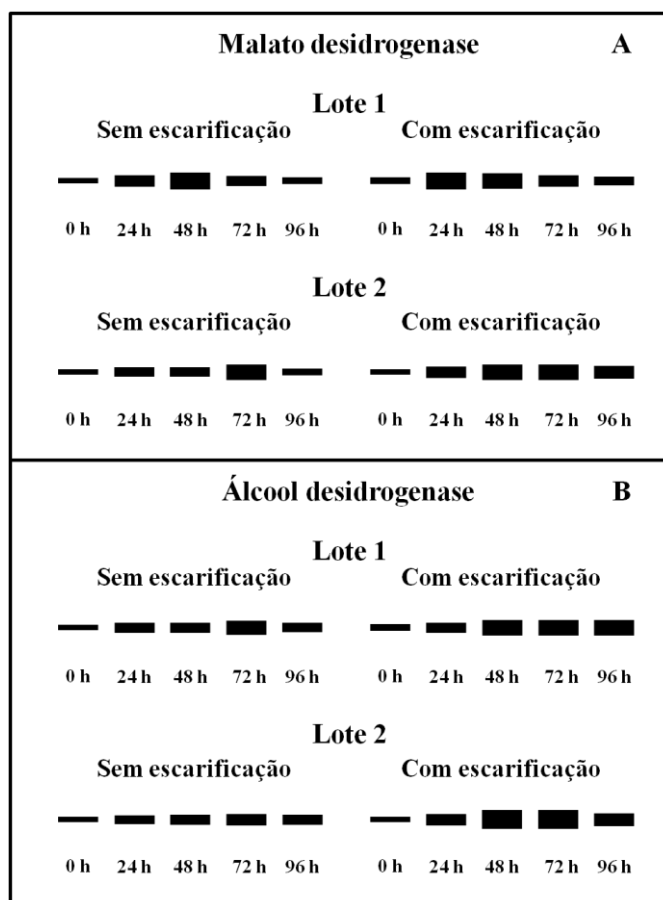
aumenta a taxas constantes, igualando-se ao das sementes escarificadas ao final de 96 h (Figura 4B).

Figura 4 - Atividade respiratória avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade



Semelhante ao observado para a atividade respiratória houve, aumento na expressão de isoenzimas envolvidas no processo respiratório celular até 48 h para o Lote 1 e até 72 h para o Lote 2, como podem ser observados no zimograma das enzimas MDH e ADH disposto na Figura 5.

Figura 5 - Zimograma referente a expressão das enzimas Malato desidrogenase (A) e Álcool desidrogenase (B) extraídas de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem e com escarificação submetidas a alta temperatura e umidade



Para o Lote 1 a expressão da enzima Malato desidrogenase, assim como a concentração de dióxido de carbono, possui sua maior expressão com 48 h de envelhecimento (Figura 5A), com redução nos tempos subsequentes, dados coincidentes com a concentração de Dióxido de Carbono. As sementes escarificadas do Lote 1 apresentam maior expressão da enzima MDH até 72 h com redução ao final de 96 h de envelhecimento artificial (Figura 5A).

No Lote 2 para as sementes sem escarificação, houve aumento na expressão da enzima MDH com o aumento do envelhecimento acelerado por até 72 h. Para as sementes escarificadas há uma maior expressão da enzima MDH em todos os tempos de envelhecimento após 24 h de envelhecimento artificial (Figura 5A).

Para a enzima Álcool desidrogenase observa-se aumento na expressão com o tempo de envelhecimento artificial a partir de 72 h, para as sementes do Lote 1 sem escarificação, quando escarificadas esse aumento ocorreu a partir de 48 h. Para o segundo o lote aumento na expressão da ADH também ocorre de forma diferenciada entre as sementes sem e com escarificação. Sendo para as sementes sem escarificação a maior expressão observada a partir de 48 h e para as sementes escarificadas a partir de 24 h de envelhecimento artificial (Figura 5B).

A respiração é a primeira atividade metabólica observada em sementes logo a reidratação, passando de uma taxa próxima de zero a valores elevados em relativamente pouco tempo, dependendo da espécie. Tanto a respiração como a atividade de enzimas, organelas e a síntese de proteínas são fundamentais para o desenvolvimento do processo de germinação e preparo para o crescimento subsequente do embrião. Assim, em um mesmo período de tempo, sementes de maior vigor geralmente apresentam maiores taxas de respiração do que aquelas de menor vigor (CRISPIM et al., 1994; DODE et al., 2013).

Maior expressão para enzima SOD no Lote 1 foi observada quando as sementes escarificadas são envelhecidas por até 72 h; nas sementes sem escarificação não foram observadas alterações no perfil enzimático. Diferentemente, para o Lote 2, foi observado um aumento na expressão dessa enzima nas sementes sem escarificação até 48 h, com decréscimo a partir de 72 h. Para as sementes não escarificadas aumento na expressão ocorreu somente a partir de 48 h de envelhecimento artificial (Figura 6A).

Com relação a expressão da enzima Catalase (Figura 6B), também ocorreu diferença no perfil dessa enzima entre os lotes, sem e com escarificação. Não foram observadas alterações na expressão da catalase extraída das sementes sem escarificação no decorrer do envelhecimento artificial no primeiro lote. Quando escarificadas, ocorreu um aumento a partir de 24 h.

No Lote 2, maior expressão da enzima Catalase foi observada nos diferentes períodos de exposição das sementes ao envelhecimento artificial, entre 24 e 48 h, no primeiro lote para sementes sem escarificação e a partir de 48 h para as sementes escarificadas (Figura 6B). Com relação a expressão da enzima Catalase nas sementes sem escarificação mecânica observou-se, exceto o aparecimento de isoformas, que não foram expressas nas sementes escarificadas.

De modo geral, maiores expressões enzimáticas foram observadas nas sementes que tiveram parte de suas estruturas removidas pelo processo de escarificação, com a remoção das camadas superficiais, assim com uma maior atividade respiratória foi detectada, ou seja, maior troca gasosa passou a ocorrer, intensificando a deterioração das sementes.

Isso reforça o que foi observado por Previero et al. (1998), Usberti; Martins (2007) e Santos et al. (2011), para sementes de braquiária, que afirmam que uma das causas da dormência é impermeabilidade à gases, proporcionado pelas camadas envoltórias das sementes. Uma vez que as camadas envoltórias

não permitem ampla troca gasosa, menor é a ação de radicais livres nos tecidos embrionários, justificando a baixa expressão das enzimas antioxidantes.

A alta temperatura e umidade nos tempo de exposição avaliados, atende ao pressuposto de ser favorável a superação da dormência (VIEIRA; SILVA e BARROS, 1998; MARTINS; SILVA, 2003; MESCHEDE et al., 2004) presente nas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II, dados os incrementos de germinação obtidos nas sementes escarificadas, além de resaltar as diferenças de qualidade entre os lotes.

Contudo, novos estudos devem ser realizados, pois observou-se que as sementes sem escarificação tiveram sua capacidade germinativa discretamente aumentada, em relação as sementes escarificadas, somente após 96 h de envelhecimento artificial, uma vez que maior tempo de exposição pode favorecer a superação da dormência presente nas espécies.

4 CONCLUSÕES

A submissão das sementes de Braquiária híbrida, cv Mulato II a alta temperatura e umidade por até 96 horas não altera a sua viabilidade pelo teste de tetrazólio.

A alta temperatura e umidade por até 48 horas favorecem a germinação das sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II, com aumento da expressão da enzima α -amilase e redução dos valores de condutividade elétrica.

Ocorre perda de vigor nas sementes escarificadas de Braquiária híbrida cv. Mulato II quando são expostas a alta temperatura e umidade a partir de 96 h, com consequentes alterações nos sistemas enzimáticos e aumento da taxa respiratória.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. (Ed.). **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627p.
- 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.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2002. 105p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SDA/ACS, 2009. 399p.
- COSTA, C. J. et al. Treatments for seed dormancy release in *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 519-524, 2011.
- CRISPIM, J.E.; MARTINS, J.C.; PIRES, J.C.; ROSOLEM, C.A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1517-1521, 1994. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4203>
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.427-452., 1973.
- DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008.
- DODE, J. S. et al. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 193-198, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B. et al . Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , v. 45, n. 3, p. 85-92, mar. 2016 .
- FRANCO, O. L. et al. Plant α -amylase inhibitors and their interaction with insect α -amylases Structure, function and potential for crop protection. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 269, n. 2, p. 397-412, 2002.

FREITAS, R. R. et al. Quebra de dormência e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 31-35, 1990.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M. et al. 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.

JORNADA, J. B. J. et al. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre a qualidade de sementes de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 010-015, 2008.

LACERDA, M. J. R. et al. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu". **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 823-828, 2010.

MARCHI, C. E. et al. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.

MARTINS, C.; SILVA, W. R. Superação da dormência de sementes de capim-colonião. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 77-84, 1998.

MARTINS, L.; SILVA, W. R.. Efeitos imediatos e latentes de tratamentos térmico e químico em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 81-88, 2003.

MESCHEDÉ, D. K. et al. 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.

MORAIS, C. S. B.; ROSSETTO, C. A. V. Testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado para avaliação do vigor em nabo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 703-713, 2013.

OLIVEIRA, G. L. et al. Accelerated ageing test to evaluate vigour in *Jatropha curcas* L. seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 120-12, 2014.

PEDROSO, D. C. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2389-2392, 2010.

PEREIRA, A.M. et al. Ar seco e aquecido no processo de dormência e germinação de sementes de *Urochloa humidicola*. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 10, n.1, p.09-25, 2014.

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**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 392-397, 1998.

QUADROS, D. G. et al. Componentes da produção e qualidade de sementes dos cultivares marandu e xaraés de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf colhidas por varredura manual ou mecanizada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 2019-2028, 2012.

Ramos, M. J. M.; Vital, A. R. Levantamento de sistema de produção, problemas e demandas da agropecuária do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 6, n. 1, p.59-63, 2016.

RICAURTE, J. et al. Estrategias de enraizamiento de genotipo *Brachiaria* en suelos ácidos y de baja fertilidad en Colombia. **Acta Agronómica**, Palmira, v 56, n 3, p. 107-115, 2007.

SALLUM, M. S. S. et al. Neutralização da escarificação química sobre a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 315-321, 2010.

SANTOS, L. D. C. et al. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426, 2011.

SILVA, C. B. et al. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de grama-bermuda. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2 p. 102-107, 2010.

SIMPSON, G. M. **Seed dormancy in grasses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 297p.

SOUZA, S. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 155-163, 2009.

STEINER, F. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.2, p. 200-204, 2011.

TEODORO, M. S. R. et al. Composição bromatológica dos capins marandu e mulato II submetidos a diferentes alturas de resíduo. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, p. 137-146, 2012.

TUNES, L. M. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.

USBERTI, R. Determinação do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste de envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 5, p. 691-699, 1990.

USBERTI, R.; MARTINS, L. Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.143-147, 2007.

VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; BARROS, R. S. Efeito de diferentes temperaturas sobre a dormência fisiológica de sementes de braquiarião (*Brachiaria brizantha* (Hochst.ex A.Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 84-88, 1998.

WHITEMAN, P. C.; MENDRA, K. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, p. 233-242, 1982.

CAPÍTULO 3

Qualidade fisiológica de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II após o tratamento com fungicida e inseticida

RESUMO

O tratamento fitossanitário é a forma mais difundida para o controle de patógenos transmitidos por sementes, compreendendo a aplicação de fungicida, inseticida, antibiótico ou nematicidas. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II após o tratamento com fungicida e inseticida. As sementes de cada lote foram homogeneizadas e divididas em divisor de solo e submetidas ao tratamento sanitário como os produtos CRUISER® e MAXIM® XL (250 mL/100Kg), aplicado às sementes de forma isolada e combinadas. Após o tratamento a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelo teste de germinação, primeira contagem de germinação, teste de tetrazólio, atividade respiratória e expressão das enzimas Malato desidrogenase, Catalase e Esterase. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes, em esquema fatorial 4x4, sendo quatro lotes de sementes e quatro tratamentos sanitários. O tratamento químico com Cruiser e Maxim influencia negativamente a viabilidade, a atividade respiratória e enzimática das sementes de Braquiária híbrida cv. mulato II. O tratamento químico com Cruiser e Maxim não afeta positivamente a germinação das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II. Porém, quando associados não há incrementos na porcentagem de sementes germinadas.

Palavras-chave: Tratamento químico. Cruiser. Maxim. Viabilidade. Germinação.

Physiological quality of *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II seeds after treatment with fungicide and insecticide

ABSTRACT

The Phytosanitary treatment is the most widespread form for the control of pathogens transmitted by seeds, by applying fungicide, insecticide, antibiotic or nematicides. This study aimed to evaluate the physiological quality of seeds *Braquiária híbrida* cv. Mulato II after treatment with fungicide and insecticide. The seeds of each lot were homogenized and divided into soil divider and subjected to sanitary treatment with Cruiser[®] and MAXIM[®] XL (250 mL / 100 kg), applied to seeds isolated and combined. After the phytosanitary treatment the seed quality was evaluated by the germination test, first count, tetrazolium test, respiratory activity and expression of enzymes malate dehydrogenase, catalase and Esterase. It was adopted a completely randomized design with four replications of 50 seeds in a 4x4 factorial scheme, four seed lots and four health treatments. Chemical treatment with Cruiser and Maxim affects negatively the viability, respiration and seed enzyme system of *Braquiária híbrida* cv. Mulatto II. The chemical treatment with Cruiser and Maxim not affect positively the germination the seeds of *Braquiária híbrida* cv. Mulato II. However, when products are associated there are no increases in the percentage of germinated seeds.

Keywords: Chemical treatment. Cruiser. Maxim. Viability. Germination.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário agropecuário como um dos maiores produtores de carne, leite e seus derivados, sendo o sistema de criação extensivo amplamente utilizado. Nesse sistema de produção, o gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) representa aproximadamente 75% das áreas de plantio (DIAS; ALVES, 2008; GASPAR-OLIVEIRA et al., 2008) e se apresenta como uma das principais fontes de nutrientes na alimentação animal, fibras, energia, proteínas, minerais e vitaminas (SANTOS et al., 2011; TEODORO et al., 2012).

A cultivar Mulato II é a primeira espécie híbrida de braquiária comercializada no Brasil, foi desenvolvida a partir do cruzamento de três espécies de *Urochloa* (*U. brizantha* x *U. decumbens* x *U. ruziziensis*), que apresenta características de resistência à cigarrinha-das-pastagens (*Zulia entrecariana*, *Deois fravopicta* e *Deois schac*), à secas prolongadas, altas temperaturas, solos ácidos, além de responder bem ao pastejo e a adubação nitrogenada (RICAURTE; RAO e MENJIVAR, 2007; TEODORO et al., 2012). Contudo, pesquisas com sementes desse híbrido ainda são escassas.

Pelo sistema de colheita usualmente utilizado para as diferentes espécies de braquiária, que inclui a varredura das sementes no solo, há uma grande incidência de patógenos das sementes ou mesmo afetando os resultados do teste de germinação. No controle da qualidade de sementes o tratamento fitossanitário merece destaque por ser a forma mais difundida para o controle de patógenos transmitidos por sementes, compreendendo a aplicação de fungicida, inseticida, antibiótico e nematicida (LUDWIG et al., 2011; VANIN et al., 2011).

Os danos causados por diversas pragas em Braquiária podem ser considerados como principais redutores de produtividade da cultura em determinadas regiões. Nesse contexto, o tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas é uma alternativa para o controle de pragas, possibilitando redução

de falhas no estande, bem como maior uniformidade das plantas (PEREIRA et al., 2011).

Estes produtos para serem usados não devem interferir de forma negativa sobre a qualidade fisiológica dos lotes de sementes, entretanto, resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação com outros, podem ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxicidade (MRDA; CRNOBARAC e MIRLIC, 2010; SALGADO; XIMENES, 2013).

O efeito negativo da fitotoxicidade na qualidade de sementes foi observada em diferentes culturas como em soja (PEREIRA et al., 2009; LUDWING et al., 2011), milho (SALGADO; XIMENES, 2013; TONIN et al., 2014) e arroz (SILVA et al., 2011), porém ainda não existe relato desse efeito na qualidade fisiológica das sementes de braquiária híbrida.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito imediato de tratamentos de sementes com inseticidas e fungicida sobre a qualidade fisiológica das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados quatro lotes de sementes, escarificadas mecanicamente por fricção em rolos de borracha, de Braquiária híbrida cv. Mulato II produzidos pela empresa Dow Agrosciences Sementes & Biotecnologia Brasil Ltda na safra 2011/2012 e 2012/2013.

As sementes de cada lote foram submetidas ao tratamento sanitário com o inseticida CRUISER® 350 FS e com o fungicida MAXIM® XL, na dose de 250 mL/100Kg, de cada produto, aplicados de forma isolada e combinados. Após o tratamento a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes:

Teste de germinação: foram semeadas em papel mata-borrão, em caixas gerbox, umedecido com 2,5 vezes o peso seco do papel em água destilada e mantidas em BOD com temperatura alternada 20-35 °C e fotoperíodo de 8 h de luz e 16 h de escuro.

A avaliação foi efetuada conforme as Regras Para Análise de sementes (BRASIL, 2009) no sétimo dia (primeira contagem), e contagem final no vigésimo primeiro dia após a semeadura, com uma contagem intermediária no décimo quarto dia.

Teste de tetrazólio: as sementes foram pré-embebidas entre papel de filtro umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada e mantidos em germinador com temperatura a 30 °C por 18 horas e posteriormente cortadas longitudinalmente com auxílio de pinça e bisturi.

A coloração foi efetuada em solução de 1,0% de cloreto 2-3-5 trifênil tetrazólio em frascos escuro e mantidos em câmaras de germinação tipo BOD com temperatura constante de 30 °C por 2 horas.

As sementes foram avaliadas considerando-se a localização e a intensidade da coloração de suas estruturas em sementes viáveis e não viáveis.

Análise da atividade respiratória: as sementes foram pesadas e semeadas em folha única de papel germitest (11x11 cm), umedecido com 2,5 vezes a massa do papel em água destilada. Após a semeadura os papeis em formato de rolos foram colocados em tubos Falcon (50 mL) com uma abertura na tampa vedada com uma borracha específica, impedindo trocas gasosas com o ambiente, mas permitindo a entrada de uma agulha para retirada do ar por meio do aparelho PBI - Dansensor CHECKPOINT O₂/CO₂[®], que funciona com um leitor eletroquímico que absorve uma alíquota de 15 mL da atmosfera da amostra e instantaneamente realiza a leitura da porcentagem de dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂).

Os valores de Dióxido de carbono obtidos nas leituras, foram posteriormente, divididos pela massa de sementes e pelo tempo de permanência no tubo, com leitura final realizada após 24 h. Os resultados foram expressos em $\%CO_2.g^{-1}.h^{-1}$. Como medida de calibração manteve-se quatro tubos Falcons contendo apenas a folha de papel germitest umedecida sem as sementes (Ensaio em branco).

Análise isoenzimática: após o tratamento, dois gramas de sementes foram maceradas com antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) em nitrogênio líquido. Posteriormente, foram pesadas subamostras de 100 mg do material macerado e acrescido de 250 μ L do tampão de extração (Tris HCl 0,2M pH 8,0 + 0,1% de β -mercaptoetanol). O material foi colocado em geladeira (4 °C) por 12 h e depois centrifugado a 14000 rpm por 30 minutos a 4 °C. A eletroforese em géis de poliacrilamida foi desenvolvida em sistema descontínuo (4,5% gel de concentração e 7,5% gel de separação).

O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Para proceder a corrida eletroforética, foram aplicados nas canaletas dos géis 50 μ L do sobrenadante de cada amostra e a corrida realizada a 4 °C por cinco horas a uma voltagem constante de 150 V. Ao término da corrida, os géis foram revelados para as enzimas Malato desidrogenase (MDH), Catalase (CAT) e Esterase (EST).

Procedimento estatístico: adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes, em esquema fatorial 4x4, sendo quatro lotes de sementes e quatro tratamentos sanitários (Sem, Cruiser, Maxim e Cruiser+Maxim). Os resultados médios foram submetidas à análise de variância e comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância apresentada na Tabela 1, pode ser observado que o tratamento químico das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II influenciou significativamente a viabilidade e a atividade respiratória e esse efeito foi variável em função dos lotes e tratamentos utilizados.

Para a variável germinação houve efeito isolado dos tratamentos e dos lotes.

Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), teste de tetrazólio (Tetra.) e atividade respiratória (At.Resp.) de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida

FV	GL	Quadrados médios			
		PC	GER	TETRA.	AT.RESP.
Lotes (L)	3	3016,75*	325,75*	835,59*	0,0007 ^{ns}
Tratamentos (T)	3	37,58 ^{ns}	233,08*	6,89 ^{ns}	0,0318*
L x T	6	26,97 ^{ns}	42,13 ^{ns}	66,30*	0,0032*
Erro	48	66,54	59,87	9,35	0,001
Total	63	-	-	-	-
CV (%)	-	7,02	11,60	3,70	11,99

^{ns} Não significativo, ^{***} Valor de F significativo a 5 e 1% de probabilidade.

Conforme os resultados do teste de tetrazólio, observou-se que independente do tratamento químico houve diferenças significativas entre os lotes avaliados para a viabilidade das sementes (Tabela 2).

Em dois lotes de sementes (3 e 4), o tratamento com Cruiser reduziu a viabilidade das sementes quando comparadas com as sementes sem tratamento, ainda no lote 3 efeito negativo também foi observado quando as sementes foram

tratadas pela combinação dos produtos, indicando um possível efeito fitotóxico dos produtos.

Tabela 2 - Porcentagem de sementes viáveis obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de Braquiária híbrida sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida

Porcentagem de sementes viáveis (%)				
Lotes	Tratamentos			
	Sem	Cruiser	Maxim	Cruiser + Maxim
1	75 Ca	77 Ba	78 Ba	73 Ca
2	74 Ca	76 Ba	79 Ba	79 Ba
3	92 Aa	80 Bb	87 Aa	81 Ab
4	88 Ba	84 Ab	88 Aa	89 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os lotes 3 e 4 apresentaram maior viabilidade em relação aos Lotes 1 e 2. O efeito fitotóxico sobre a viabilidade das sementes é variável entre as espécies, bem como entre os diferentes produtos utilizados no tratamento sanitário de sementes. Salgado Filho e Ximenes (2013) não observaram pelo teste de tetrazólio, efeitos fitotóxicos influenciando a viabilidade das sementes de diferentes genótipos de milho após aplicação de diferentes tratamentos inseticidas, porém o efeito fitotóxico dos produtos pode ser intensificado quando da maior exposição das sementes aos produtos utilizados durante o armazenamento das sementes, como foi observado por DAN et al. (2010) e LUDWIG et al. (2011) para sementes de soja.

Para os dados de germinação, observou-se para primeira contagem apenas diferenças existentes entre os lotes avaliados, destacando-se os lotes 1 e 2 como os de maiores porcentagem germinação (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de germinação, avaliada na primeira contagem e germinação final, de sementes de braquiária híbrida cv. Mulato II sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida

Primeira contagem de germinação (%)					
Lotes	Tratamentos				Média
	Sem	Cruiser	Maxim	Cruiser + Maxim	
1	59	60	60	55	59 A
2	56	59	59	60	59 A
3	43	42	44	46	44 B
4	25	29	35	29	30 C
Média	46 a	48 a	50 a	48 a	

Germinação (%)					
Lotes	Tratamentos				Média
	Sem	Cruiser	Maxim	Cruiser + Maxim	
1		76	71	66	71 A
2	68	72	77	67	71 A
3	62	65	67	58	63 B
4	56	61	72	59	62 B
Média	64 b	69 a	70 a	63 b	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Porém, no vigésimo primeiro dia após a semeadura, os tratamentos com Cruiser e Maxim, aplicados isoladamente, favoreceram a qualidade das sementes de Braquiária híbrida, devido a maior porcentagem de germinação em comparação as sementes sem tratamentos (Tabela 3), sendo esse efeito benéfico mesmo os produtos causando uma discreta redução na viabilidade das sementes, conforme os teste de tetrazólio (Tabela 2).

Diferenças entre os valores de germinação e o teste de tetrazólio foram observadas, devido, principalmente, a dormência presente nas sementes mesmo após o processo de escarificação e tratamento químico das sementes, isso ocorreu com maior evidência nos Lotes 3 e 4. Em sementes de *U. brizantha* cv.

Marandu, efeito semelhante foi observado por Custódio; Damasceno e Machado Neto (2012), ressaltando-se que a dormência das sementes nas espécies de *Urochloa* é causada por diferentes fatores, os quais podem ocorrer isolados ou combinados (DIAS et al., 2008; GASPAR-OLIVEIRA et al., 2008; SALLUM et al., 2010).

Com relação a atividade respiratória das sementes, os tratamentos químicos reduziram os valores de dióxido de carbono em relação aos valores observados para as sementes sem tratamentos em todos os lotes avaliados, com exceção das sementes tratadas com a mistura dos produtos no Lote 1 e das sementes tratadas com Maxim no Lote 2, pois essas sementes tratadas mantiveram as concentrações de CO₂ semelhantes ao das sementes sem tratamento (Tabela 4).

Tabela 4 - Atividade respiratória (%CO₂.g⁻¹.h⁻¹) avaliada em lotes de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II sem tratamento e tratadas com fungicida e inseticida

Lotes	Atividade Respiratória			
	Sem	Cruiser	Maxim	Cruiser + Maxim
1	0,176 Aa	0,075 Ab	0,052 Bb	0,139 Aa
2	0,148 Aa	0,084 Ab	0,101 Aa	0,048 Bb
3	0,160 Aa	0,095 Ab	0,086 Bb	0,069 Bb
4	0,188 Aa	0,079 Ab	0,058 Bb	0,060 Bb

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Semelhante ao observado para a atividade respiratória maior expressão da enzima Malato desidrogenase, que atua no processo respiratório, foi observada para as sementes sem tratamentos (Figura 1A).

Maior expressão para enzima catalase foi observada para sementes tratadas com Cruiser, seguida das sementes tratadas com Maxim, no segundo lote (Figura 1B). Para os outros lotes observou-se que os tratamentos com Cruiser (Lotes 1 e 4), Maxim (Lote 3) e a misturas dos produtos (Lotes 2, 3 e 4) proporcionaram uma menor expressão dessa enzima.

A enzima esterase teve sua expressão aumentada (Figura 1C) quando as sementes foram tratadas separadamente com os produtos Cruiser e Maxim (Lotes 2 e 3) e pela mistura dos produtos (Lote 4). Essas variações ocasionadas pelos tratamentos químicos na expressão das isoenzimas avaliadas podem ocorrer em função da qualidade inicial dos lotes, que apresentam padrões distintos, dados os valores de germinação (Tabela 3).

Dentre as diferentes formas de verificação da qualidade fisiológica em sementes, o processo de respiração merece atenção, pela alta relação entre este fenômeno e a qualidade da semente. Usualmente a aferição da atividade respiratória tem sido utilizado com um teste de vigor. Pois a respiração é a primeira atividade metabólica observada em sementes logo a reidratação, passando de uma taxa próxima de zero a valores elevados em relativamente pouco tempo, dependendo da espécie (DODE et al., 2013).

Assim, em um mesmo período de tempo, sementes de maior vigor geralmente apresentam maiores taxas de respiração do que àquelas de menor vigor (CRISPIM et al., 1994; DODE et al., 2013). Para as sementes de Braquiária híbrida ocorreram reduções nas taxas respiratórias das sementes após os tratamentos com fungicida e inseticida, essa fato pode estar ligado a perda de vigor das sementes, uma vez que não houve diferenças na velocidade de germinação, dado os valores de primeira contagem (Tabela 3).

Tanto a respiração, a atividade de enzimas, organelas e a síntese de proteínas são fundamentais para o desenvolvimento do processo de germinação e preparo para o crescimento subsequente do embrião (CANTRELL; HODGES

e KEIM, 1972; DODE et al., 2012; WOODSTOCK; FURMAN e LEFFLER, 1985).

Contudo, a velocidade respiratória da sementes é influenciada pela umidade, temperatura, permeabilidade das membranas, tensão de oxigênio consumido ou pela relação entre CO₂ liberado e O₂ consumido (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Assim, os tratamentos químicos podem ter alterado a permeabilidade das membranas, formando uma camada protetora sobre as sementes. Somado ao efeito protetor conferido as sementes, os tratamentos químicos também reduziram as atividade e presença de microrganismos nas sementes, contribuindo para a redução da quantidade de dióxido de carbono desprendido e avaliado pelo teste de respiração.

4 CONCLUSÕES

O tratamento químico com Cruiser e Maxim influencia negativamente a viabilidade, a atividade respiratória e enzimática das sementes de Braquiária híbrida cv. mulato II.

O tratamento químico com Cruiser e Maxim não afeta positivamente a germinação das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II. Porém, quando associados não há incrementos na porcentagem de sementes germinadas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SDA/ACS, 2009. 399p.
- CANTRELL, R. P. et al. Relationship between plant respiration and seedling vigor in *Zea mays* L. **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 214-216, 1972.
- CRISPIM, J. E. et al. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 10, p. 1517-1521, out. 1994.
- DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.2, p.131-139, 2010.
- DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008.
- DODE, J. S. et al. Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 686-691, 2012.
- DODE, J. S. et al. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.2, p. 193-198, 2013.
- GASPAR-OLIVEIRA, C. M. et al. 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.
- LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3 p.395-406, 2011.
- MRĐA, J. et al. Effect of chemical treatment, length of storage and the substrate on germination energy of sunflower hybrid NS-H-111. **Research Journal of Agricultural Science**, [N/A], v. 42, n. 1, p. 201-207, 2010.

PEREIRA, C. E. et al. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 433-440, 2009.

PEREIRA, C. E. et al. Armazenamento de sementes de braquiária peletizadas e tratadas com fungicida e inseticida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2060-2065, 2011.

RICOURTE, J. et al. Estrategias de enraizamiento de genotipo *Brachiaria* en suelos ácidos y de baja fertilidad en Colombia. **Acta Agronómica**, Palmira, v. 56, n. 3, p. 107-115, 2007.

SALGADO FILHO, F. H.; XIMENES, P. A. Germinação de sementes de milho tratadas com inseticidas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupí, v.4, n.1, p. 49-54, 2013.

SALLUM, M. S. S. et al. Neutralização da escarificação química sobre a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 315-321, 2010.

SANTOS, L. D. C. et al. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426, 2011.

SILVA, C. S. et al. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n.3 p.426-434, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TEODORO, M. S. R. et al. Composição bromatológica dos capins marandu e mulato II submetidos a diferentes alturas de resíduo. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, p. 137-146, 2012.

TONIN, R. F. B. et al. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, n. 5, p. 07-16, 2014.

VANIN, A. et al. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2 p. 299-309, 2011.

WOODSTOCK, L. W. et al. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism and mineral leaching from cottonseeds. **Crop Science**, Madison, v. 25, p. 459-466, 1985.

CAPÍTULO 4

Conservação de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II

RESUMO

Objetivou-se avaliar as alterações fisiológicas que ocorrem nas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II submetidas ao tratamento químico, revestimento e armazenamento. Após a aplicação dos tratamentos fitossanitários com os produtos Cruiser e Maxim e revestimento as sementes foram embaladas e mantidas em ambiente convencional e refrigerado. A cada 90 dias, num total de 540 dias de armazenamento, as sementes tiveram sua qualidade fisiológica avaliada pelos testes de tetrazólio, primeira contagem de germinação, germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade, tempo médio de emergência e atividade enzimática. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de 100 sementes, em esquema fatorial 9x2x7, sendo nove tratamentos, dois ambientes e sete épocas de armazenamento. O tratamento químico com Cruiser e Maxim não altera a qualidade fisiológica das sementes de braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento. Sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II armazenadas em ambiente refrigerado (13 ± 3 °C) têm sua dormência preservada por 360 dias. O revestimento retarda a germinação e aumenta a expressão da enzima Álcool desidrogenase em sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento.

Palavras-chave: Tratamento químico. Revestimento. Viabilidade. Dormência. Germinação.

Seed conservation of *Braquiária híbrida* cv. Mulato II.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological changes that occur in seeds of *Braquiária híbrida* cv. Mulato II after the chemical treatment, coating and storage. After the application of phytosanitary treatments with the products (Cruiser and Maxim) and coating the seeds were packaged and maintained under conventional and refrigerated environment. Every 90 days, a total of 540 days of storage, the seeds had their physiological quality evaluated by the tetrazolium test, first germination count, germination, seedling emergence, speed index, average time of emergency and enzymatic activity. It was adopted a completely randomized design with three replications of 100 seeds in a factorial 9x2x7, nine treatments, two rooms and seven storage times. The conventional environment favors overcoming the physiological dormancy of *Braquiária híbrida* cv. Mulato II seeds, but as a result increases the seed deterioration. *Braquiária híbrida* cv. Mulato II stored under refrigerated (13 ± 3 °C) have their dormancy preserved for 360 days. The coating retards the germination and enhances the expression of alcohol dehydrogenase enzyme in *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II during storage.

Keywords: Chemical treatment. Coating. Viability. Dormancy. Germination

1 INTRODUÇÃO

Atualmente com o mercado de sementes forrageiras cada vez mais competitivo há uma conseqüente utilização de novas metodologias e tecnologias que resultam na agregação de valor às sementes. Entre as inovações tecnológicas o revestimento de sementes destaca-se por possibilitar redução dos custos de produção, por meio da incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento e melhorias na sanidade com o uso de agroquímicos.

O revestimento das sementes é uma tecnologia adotada no Brasil já a algum tempo em espécies de hortaliças e de grandes culturas e mais recentemente, de gramíneas forrageiras. Apesar da crescente utilização dessa tecnologia pelas empresas produtoras de sementes, poucas são as informações publicadas em relação ao comportamento de sementes de espécies forrageiras revestidas durante o período de armazenamento (MENDONÇA, 2003; OLIVEIRA et al., 2003; BAYS et al., 2007; CALDEIRA et al., 2016).

Além do revestimento o tratamento químico é utilizado como ferramenta de proteção à semente tanto no campo como no armazenamento que pode se estender por um período maior que 12 meses, sendo considerado como um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas e fungicidas (MACHADO, 2000 ; AVELAR et al., 2011; TAVARES et al., 2012; MATOS et al., 2013).

Entretanto, resultados de pesquisas tem evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxidez. Daí a importância da realização de estudos específicos sobre tratamento de sementes com produtos de última tecnologia envolvendo o armazenamento (NASCIMENTO et al., 1996; BAUDET; PESKE, 2006; SANTOS et al., 2010; LUDWIG et al., 2011, ROSA et al., 2012).

Considerando-se esses aspectos, objetivou-se avaliar as alterações fisiológicas que ocorrem nas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II submetidas ao tratamento químico, revestimento e armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras, sendo utilizadas sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II, produzidas pela empresa Dow Agrosiences Sementes & Biotecnologia do Brasil Ltda na safra 2012/2013 e escarificadas por fricção em rolos de borracha.

As sementes foram homogeneizadas e divididas em nove tratamentos, sendo: sementes brutas (B) provenientes do campo e sem tratamento, escarificada mecanicamente (E), escarificada e tratada com Cruise (EC), escarificada e tratada com Maxim (EM), escarificada e tratada com a mistura de Cruiser e Maxim (ECM), sementes incrustadas, incrustadas (I) e tratadas com Cruiser (IC), incrustadas e tratadas com Maxim (IM), incrustadas e tratadas com a mistura de Cruiser e Maxim (ICM).

Para o tratamento químico das sementes foi utilizado a dosagem de 250 mL/100 kg de sementes de cada produto.

Armazenamento das sementes: após a aplicação dos tratamentos as sementes foram embaladas em sacos de papel e mantidas em ambiente convencional e refrigerado (10 °C) no município de Cravinhos-SP (latitude 21°20'25" sul e longitude 47°43'46" oeste).

A cada 90 dias, num total de 540 dias de armazenamento, foram retiradas dos ambientes amostras para avaliação da qualidade fisiológica das sementes pelos testes e determinações:

Teste de germinação: foi utilizado o substrato papel mata-borrão, em caixas gerbox, umedecido com 2,5 vezes a massa seca do papel em água destilada e mantidas em BOD com temperatura alternada 20-35 °C e fotoperíodo de 8 h de luz e 16 h de escuro.

A contagem de plântulas normais foi efetuada conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) no sétimo dia (primeira contagem), décimo quarto e contagem final no vigésimo primeiro dia após a semeadura.

Teste de tetrazólio: as sementes foram pré-embebidas entre papel de filtro umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada e mantidos em germinador com temperatura a 30 °C por 18 horas; decorrido esse período, as sementes foram cortadas longitudinalmente com auxílio de pinça e bisturi.

Após o corte as sementes foram colocadas em solução de 1,0% de cloreto 2-3-5 trifenil tetrazólio em frascos escuro e mantidos em câmaras de germinação tipo BOD com temperatura constante de 30 °C por 2 horas. As sementes foram avaliadas considerando-se a localização e a intensidade da coloração de suas estruturas em sementes viáveis e não viáveis (BRASIL, 2009).

Teste de Emergência: a semeadura foi realizada em substrato terra e areia na proporção volumétrica de 1:2 em bandejas plásticas mantidas em ambiente contralado (25 °C), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao vigésimo primeiro dia após a semeadura.

Concomitante ao teste de emergência determinou-se o **índice de velocidade de emergência**, computando-se diariamente o número de plântulas emergidas, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962) e o **tempo médio de emergência**.

Análise isoenzimática: para cada tratamento, nas épocas 0, 270 e 540 dias, dois gramas de sementes foram maceradas com antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) em nitrogênio líquido. Posteriormente, foram pesadas em subamostras de 100 mg do material macerado e acrescido de 250 µL do

tampão de extração (Tris HCl 0,2M pH 8,0 + 0,1% de β -mercaptoetanol). O material foi colocado em geladeira (4 °C) por 12 h e depois centrifugado a 14000 rpm por 30 minutos a 4 °C. A eletroforese em géis de poliacrilamida foi desenvolvida em sistema descontinuo (4,5% gel de concentração e 7,5% gel de separação).

O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Para proceder a corrida eletroforética, foram aplicados nas canaleta dos géis 50 μ L do sobrenadante de cada amostra e a corrida realizada a 4 °C por cinco horas a uma voltagem constante de 150 V. Ao término da corrida, os géis foram revelados para as enzimas Malato desidrogenase (MDH - EC 1.1.1.37), Álcool desidrogenase (ADH - EC 1.1.1.1.1), Catalase (CAT - EC 1.11.1.6), Superóxido dismutase (SOD - EC 1.15.1.1) e Esterase (EST - EC 3.1.1.1).

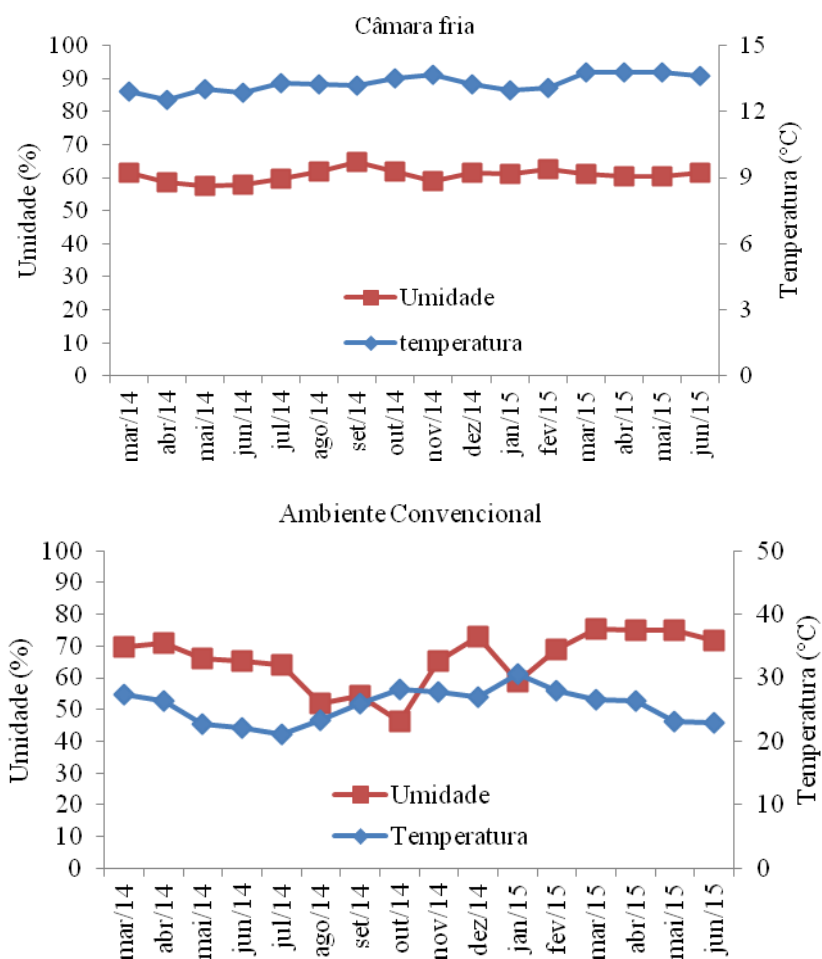
Procedimento estatístico: adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de 100 sementes, em esquema fatorial 9x2x7, sendo nove combinações de tratamentos das sementes, dois ambientes de armazenamento (convencional e câmara fria 10 °C) e sete tempos de armazenamento (0, 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias).

Após a tabulação dos dados, as médias foram submetidas à análise de variância e os resultados comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para dados qualitativos e análise de regressão polinomial para dados quantitativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontram-se os dados de temperatura e umidade relativa dos ambientes de armazenamento.

Figura 1 - Dados de temperatura (°C) e umidade relativa (%) dos ambientes de armazenamento das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II em armazém convencional (A) e refrigerado (B)



Observou-se que no ambiente convencional ocorreu maior amplitude de umidade relativa e temperatura com valores entre 46 e 75% e de 21 a 30 °C. Diferente do que ocorre para o ambiente refrigerado, que apresentou menor variação, com os valores entre 10±2 °C e 60±2% (UR).

A viabilidade, a germinação e emergência das plântulas de braquiária híbrida foram influenciadas pelos tratamentos das sementes entre os ambientes ao longo do armazenamento das sementes, dada a interação tripla entre as variáveis (Tabela 1).

Tabela 1 - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação (PC), porcentagem de germinação final (GF), teste de tetrazólio (Viav.), Emergência (Emerg.) e Índice de velocidade emergência (IVE) de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II tratadas e armazenadas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) até 540 dias

F.V.	G.L.	Q.M.				
		PC	Germ.	Viav.	Emerg.	IVE
Época (E)	6	2646,58*	912,49*	1916,49*	1220,23*	8,39*
Ambiente (A)	1	173,37 ^{ns}	260,83 ^{ns}	974,73*	1617,78*	10,61*
Tratamento (T)	8	962,90*	1894,24*	1330,15*	1571,39*	9,06*
E x A	6	950,28*	486,86*	220,37*	1234,85*	6,63*
E x T	48	223,49*	202,01*	67,60*	378,33*	1,32*
A x T	8	715,04*	918,59*	100,30*	229,21*	0,58 ^{ns}
E x A x T	48	155,42 ^{ns}	109,23 ^{**}	96,42*	116,36*	0,42 ^{ns}
Erro	252	119,47	74,89	21,81	75,47	0,38
Total	377					
C.V. (%)		22,29	12,26	5,73	15,73	19,4

^{ns} Não significativo, ^{*,**} Valor de F significativo a 5 e 1% de probabilidade.

Na Tabela 2 encontram-se as médias de viabilidade das sementes, de modo geral as sementes brutas (sem tratamento) tiveram pior desempenho ao longo armazenamento.

A partir de 270 dias de armazenamento, para as sementes escarificadas, tratadas ou não, já pode ser notado a superioridade do armazém refrigerado na conservação da viabilidade das sementes de Braquiária híbrida.

Tabela 2 - Viabilidade de sementes de Braquiária híbrida durante o armazenamento em armazém convencional (Conv.) e refrigerado (Refri.) por até 540 dias

Viabilidade - Tetrázólio (%)														
Trat.	Época (Dias)													
	0		90		180		270		360		450		540	
	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri
B	78 Ba	69 Db	70 Bb	84 Aa	55 Ba	60 Ba	68 Da	65 Ba	59 Ca	67 Ca	68 Ba	63 Ca	68 Aa	49 Db
ES	90 Aa	77 Cb	94 Aa	87 Aa	84 Aa	87 Aa	76 Cb	93 Aa	78 Ab	87 Aa	79 Aa	76 Ba	75 Ab	92 Aa
EC	90 Aa	80 Cb	92 Aa	94 Aa	85 Aa	84 Aa	78 Cb	88 Aa	77 Ab	86 Aa	73 Ba	70 Ca	70 Ab	79 Ba
EM	89 Aa	86 Ba	88 Aa	88 Aa	87 Aa	83 Aa	81 Ba	87 Aa	85 Aa	83 Aa	70 Bb	84 Aa	67 Ab	77 Ba
ECM	87 Ab	94 Aa	92 Aa	88 Aa	89 Aa	87 Aa	80 bb	90 Aa	82 Aa	87 Aa	70 bb	85 Aa	67 Ab	88 Aa
I	85 Aa	89 Ba	85 Aa	90 Aa	89 Aa	88 Aa	85 Ba	87 Aa	84 Aa	81 Aa	71 Bb	79 Ba	66 Ab	93 Aa
IC	82 Ba	88 Ba	93 Aa	91 Aa	85 Aa	86 Aa	90 Aa	89 Aa	76 Aa	77 Ba	67 Bb	82 Aa	69 Ab	92 Aa
IM	87 Ab	97 Aa	93 Aa	93 Aa	88 Aa	89 Aa	85 Bb	93 Aa	79 Aa	75 Ba	77 Aa	79 Ba	71 Aa	72 Ca
ICM	92 Aa	86 Ba	95 Aa	91 Aa	88 Aa	90 Aa	89 Aa	88 Aa	71 Bb	82 Aa	69 Ba	75 Ba	67 Aa	69 Ca

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, em cada época, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

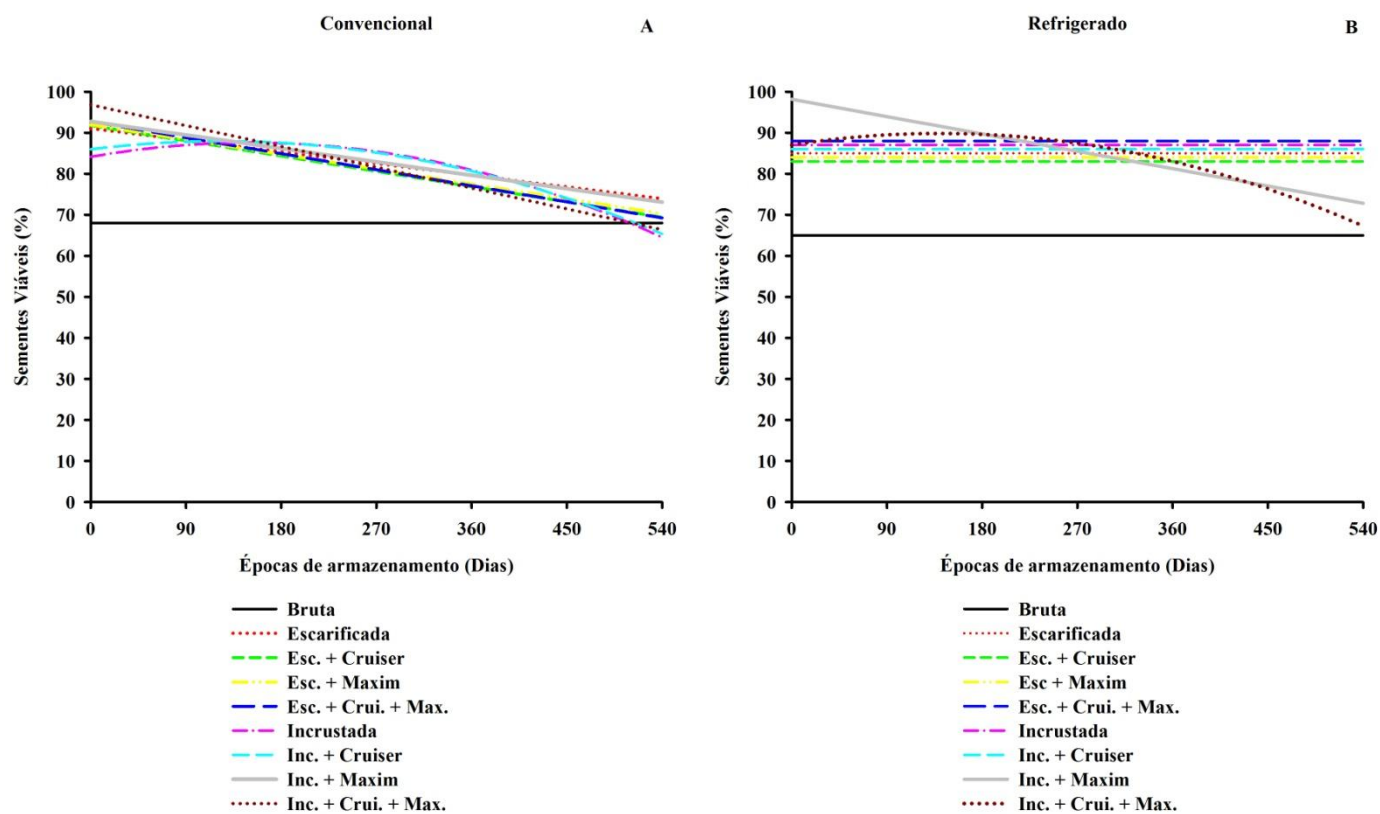
A superioridade do armazém refrigerado na conservação do potencial fisiológico das sementes já foi constatada em experimentos com diferentes espécies como soja (CARVALHO et al., 2014) e girassol (ABREU et al., 2013), quando comparadas as sementes armazenadas em ambiente convencional.

Essa superioridade das sementes armazenadas em ambiente refrigerado ocorre segundo Lima et al. (2014) principalmente em regiões com alta temperatura e umidade relativa do ar, como pode ser observado para o ambiente convencional onde foram armazenadas as sementes de braquiária nesse experimento (46-75% UR e 21-30 °C). Sob condições de alta temperatura e umidade relativa do ar ocorre uma maior deterioração dos compostos de reserva das sementes, com consequente ação sobre o metabolismo das sementes.

Nesse sentido, Forti et al. (2010) e Vieira et al. (2013) verificaram maior evolução de danos metabólicos, com consequentemente diminuição do potencial fisiológico, durante o armazenamento de sementes de soja e que esses efeitos são maiores em sementes armazenadas em ambiente não controlado e menores nas sementes armazenadas em câmara fria (65% UR e 10 °C), estando de acordo com os resultados de viabilidade obtidos para sementes de Braquiária híbrida quando armazenadas em armazém convencional (Figura 2A).

Menor efeito do ambiente sobre a viabilidade das sementes foi observado quando do armazenamento em condições controladas, para a maioria dos tratamentos a viabilidade das sementes avaliada pelo teste de tetrazólio foram mantida estatisticamente constantes ao longo do armazenamento, exceto para as sementes incrustadas e tratadas com Maxim e Incrustadas e tratadas com a mistura de Cruiser e Maxim, que apresentaram redução da viabilidade das sementes ao longo do armazenamento (Figura 2B).

Figura 2 - Resultados médios de viabilidade (Tetrazólio) de sementes de Braquiária híbrida submetidas a escarificação, tratamento químico e incrustação e mantidas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias. Equações de regressão no anexo



A influência do ambiente de armazenamento também foi observada na velocidade de germinação das sementes de braquiária ao longo do armazenamento, dadas as interações entre os fatores avaliados.

Com relação ao tratamento das sementes, observou-se uma maior velocidade de germinação para sementes revestidas e tratadas quimicamente no início do período de armazenamento (0 dias), devido a redução da dormência das sementes que provavelmente foi influenciada durante o processo de tratamento químico e revestimento das sementes (Tabela 3).

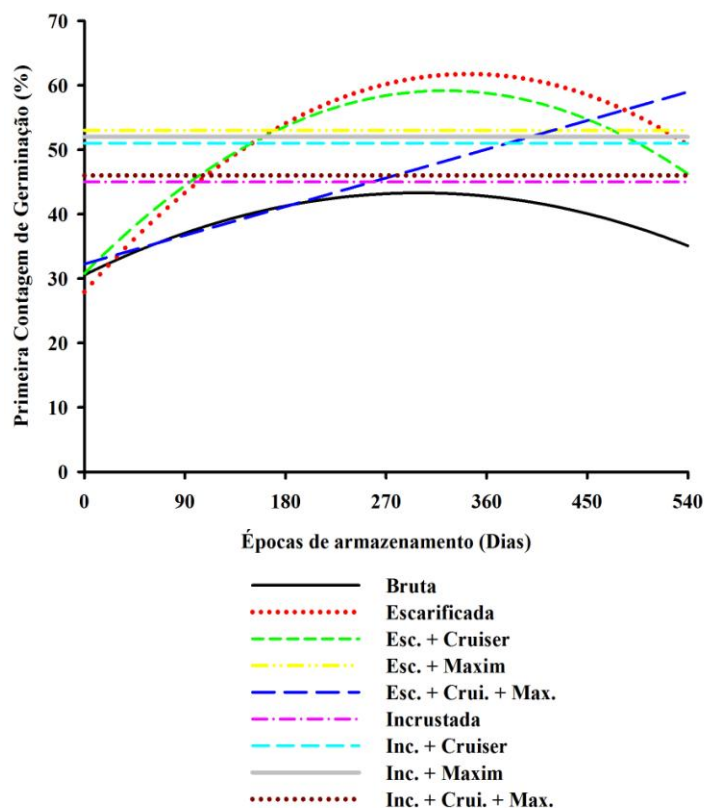
Tabela 3 - Primeira contagem de germinação de sementes Braquiária híbrida tratadas e armazenadas por 540 dias

Tratamento	Primeira Contagem de Germinação (%)						
	Época (dias)						
	0	90	180	270	360	450	540
B	30 B	38 A	41 B	43 B	43 A	40 B	35 B
ES	31 B	34 A	60 A	66 A	57 A	55 A	53 A
EC	35 B	36 A	54 A	69 A	52 A	56 A	46 B
EM	43 A	44 A	50 A	68 A	58 A	54 A	54 A
ECM	30 B	36 A	39 B	58 B	43 A	56 A	57 A
I	47 A	49 A	56 A	56 B	52 A	56 A	59 A
IC	41 A	46 A	53 A	62 A	52 A	52 A	55 A
IM	56 A	42 A	62 A	51 B	56 A	39 B	57 A
ICM	36 B	40 A	52 A	53 B	52 A	40 B	52 A

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Esse efeito, observado entre os tratamentos das sementes, foi invertido após 270 dias de armazenamento para as sementes escarificadas e tratadas com Cruiser e Maxim que apresentaram incrementos nos valores de primeira contagem de germinação, sendo superior ao das sementes revestidas e tratadas, estas por sua vez mantiveram a velocidade inicial de germinação constante ao longo do armazenamento (Figura 3).

Figura 3 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida tratadas e revestidas durante armazenamento por 540 dias. Equações de regressão em anexo



Para o efeito do ambiente de armazenamento sobre a velocidade de germinação das sementes de Braquiária híbrida, observou-se que o ambiente refrigerado conserva adequadamente a qualidade fisiológica das sementes por maior período de tempo, com médias superiores aos das sementes armazenadas em ambiente convencional a partir de 450 dias (Tabela 4).

Tabela 4 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II armazenadas por 540 dias em armazém convencional e refrigerado

Primeira Contagem de Germinação (%)		
Época	Ambiente	
	Convencional	Refrigerado (10 °C)
0	44 a	34 b
90	41 a	39 a
180	55 a	49 a
270	58 a	59 a
360	50 a	54 a
450	46 b	54 a
540	44 b	60 a

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Com relação ao efeito dos tratamentos das sementes em relação aos ambientes de armazenamento, observou-se que o ambiente convencional influencia negativamente a velocidade de germinação das sementes de Braquiária híbrida, principalmente para as sementes revestidas e tratadas quimicamente (Tabela 5).

Além da influência do ambiente, maior redução da velocidade de germinação pode estar ligado ao fato de que a incrustação das sementes reduz a absorção de água e a troca gasosa pelas sementes, tornando-se um impedimento à germinação das sementes com baixo vigor, ou que perdem vigor ao longo do armazenamento, sendo a protrusão da radícula limitada pelo material cimentante que compõe o revestimento.

Sabe-se que o revestimento de sementes consiste na deposição de um material seco, inerte e um material cimentante (adesivo) à superfície da semente, permitindo a modificação ou não da forma e tamanho da semente (Silva et al., 2002). Todavia, o material cimentante pode influenciar a qualidade fisiológica das sementes, a depender do tipo de material utilizado para o revestimento, como foi observado por Santos et al. (2010) para sementes de *U. brizantha* cv.

Marandu, cujo revestimento contendo calcário reduziu a qualidade fisiológica das sementes armazenadas por 12 meses, promovendo redução na velocidade de germinação.

Tabela 5 - Primeira contagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida c. Mulato II tratadas e armazenadas em ambiente convencional e refrigerado

Primeira Contagem de Germinação (%)		
Tratamentos	Ambiente	
	Convencional	Refrigerado
B	40 Ba	37 Ca
ES	53 Aa	48 Ba
EC	52 Aa	47 Ba
EM	54 Aa	51 Ba
ECM	51 Aa	40 Cb
I	49 Ab	58 Aa
IC	48 Ab	56 Aa
IM	45 Bb	58 Aa
ICM	43 Bb	50 Ba

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Para a porcentagem de germinação, observou-se diferenças significativas entre os ambientes ao longo do armazenamento, bem como diferenças entre os tratamentos aplicados as sementes de braquiária híbrida (Tabela 6).

Tabela 6 - Porcentagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento em armazém convencional (Conv.) e refrigerado (Refri.) por 540 dias

Porcentagem de germinação (%)														
Trat.	Época (Dias)													
	0		90		180		270		360		450		540	
	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri
B	45 Ba	45 Ca	64 Aa	55 Ba	53 Ba	47 Ba	55 Ba	53 Ba	62 Ba	56 Ba	70 Aa	43 Bb	55 Ba	47 Ba
ES	56 Ba	43 Ca	77 Aa	58 Bb	87 Aa	57 Bb	79 Aa	73 Aa	77 Aa	74 Aa	83 Aa	75 Aa	71 Aa	78 Aa
EC	60 Ba	63 Ba	76 Aa	73 Aa	79 Aa	68 Aa	88 Aa	80 Aa	78 Aa	80 Aa	84 Aa	76 Aa	69 Aa	73 Aa
EM	62 Ba	58 Ba	77 Aa	61 Bb	71 Aa	69 Aa	87 Aa	84 Aa	72 Ba	75 Aa	77 Aa	77 Aa	73 Aa	66 Aa
ECM	57 Ba	43 Ca	80 Aa	59 Bb	83 Aa	57 Bb	84 Aa	67 Ab	87 Aa	55 Bb	84 Aa	73 Ab	74 Aa	71 Aa
I	72 Aa	67 Ba	76 Aa	75 Aa	71 Aa	75 Aa	73 Aa	77 Aa	64 Bb	79 Aa	79 Aa	77 Aa	59 Bb	83 Aa
IC	77 Aa	84 Aa	71 Aa	81 Aa	83 Aa	78 Aa	75 Aa	80 Aa	80 Aa	85 Aa	52 Bb	69 Aa	58 Bb	87 Aa
IM	71 Aa	73 Aa	77 Aa	75 Aa	81 Aa	78 Aa	75 Aa	76 Aa	73 Ba	79 Aa	68 Ab	84 Aa	54 Bb	81 Aa
ICM	78 Aa	65 Ba	67 Aa	74 Aa	79 Aa	67 Aa	59 Bb	77 Aa	73 Ba	79 Aa	53 Bb	75 Aa	67 Aa	79 Aa

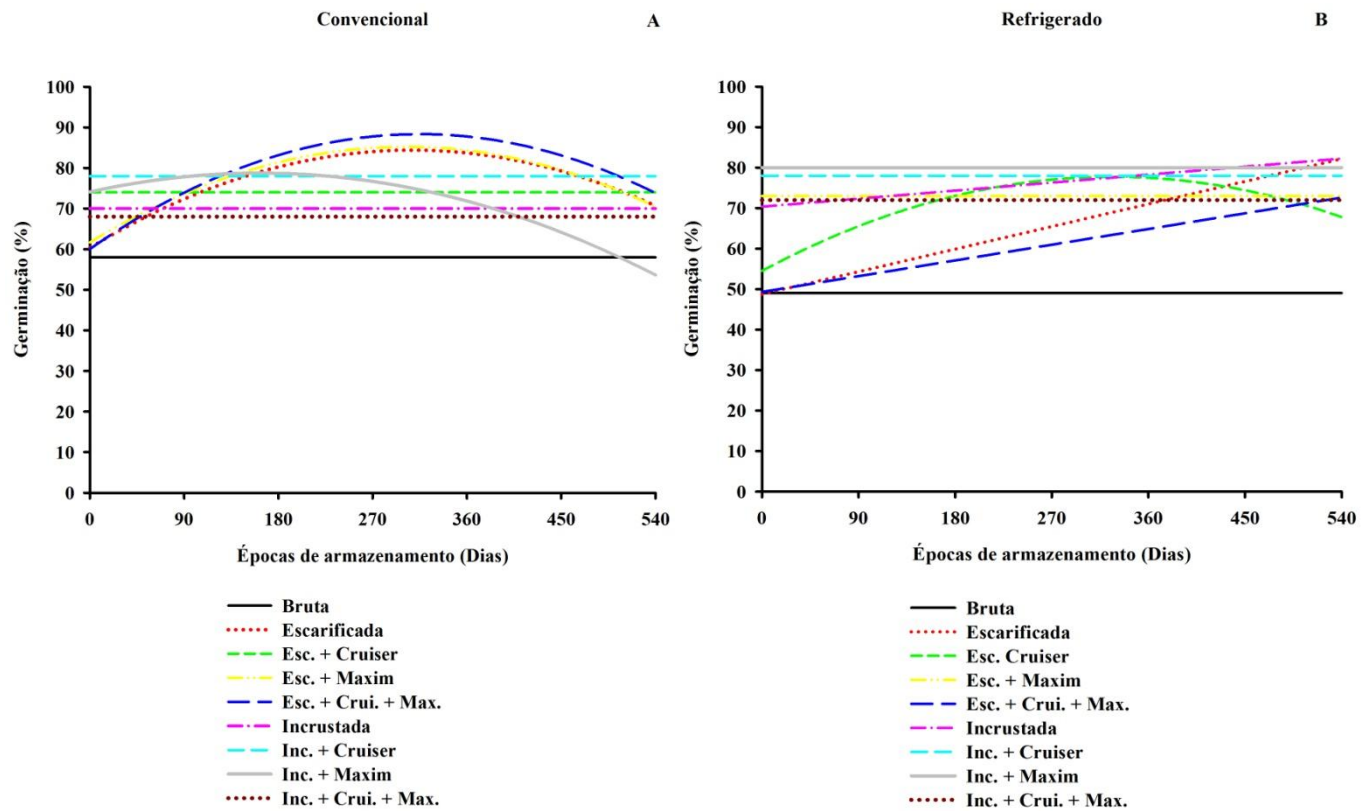
Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, em cada época, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

No início do armazenamento, no armazém convencional, houve uma maior germinação para sementes revestidas e tratadas quimicamente em relação as sementes escarificadas e sem tratamento (Bruta), esse efeito não foi mantido no decorrer de 540 dias, tendendo a uma maior igualdade entre os tratamentos até 270 dias, a partir desse período o ambiente refrigerado favoreceu a qualidade fisiológica das sementes de Braquiária híbrida.

Com relação ao efeito dos tratamentos nos armazéns, observou-se que as sementes mantiveram a média de germinação estatisticamente constante nos dois ambientes para a maioria dos tratamentos (Figura 4).

Figura 4 - Porcentagem de germinação de sementes de Braquiária híbrida em armazém convencional e refrigerado por 540 dias. Equações de regressão em anexo



Diferentemente do que foi observado para a maioria dos tratamentos, no ambiente convencional (Figura 4A) as sementes escarificadas e tratadas com Maxim e a mistura Cruiser e Maxim tiveram suas porcentagens de germinação crescentes até 270 dias, sendo superior aos demais tratamentos.

No ambiente refrigerado (Figura 4B), incrementos na germinação das sementes também foram observados para sementes escarificadas, escarificadas e tratada com Cruiser; e sementes incrustadas, enquanto os demais tratamentos mantiveram-se constantes durante o período de armazenamento.

Maior variabilidade entre os tratamentos, para valores de germinação, foram observados no ambiente refrigerado, esse ambiente tenta a conservar a dormência das sementes, diferentemente do que ocorreu no ambiente convencional, cujos valores de germinação encontram-se mais próximos (Figura 5 e 6).

Independente do ambiente de armazenamento observou-se uma superioridade das sementes escarificadas, tratadas ou não, em relação as sementes brutas, provenientes do campo de produção estas sementes não passaram por nenhum processo de beneficiamento, cujas sementes vazias e mal formadas são retiradas, o que pode comprometer a qualidade das sementes.

Diferenças nos valores de germinação entre sementes de Braquiária escarificadas em relação as não escarificadas, também foram observadas por Marchi et al. (2008) e Santos et al. (2011) para a *U. brizantha* cv. Piatã e para *U. dictyoneura* (ALMEIDA; SILVA, 2004), evidenciando que a presença de dormência é um característica comum entre as espécies de braquiárias e que a escarificação é benéfica a germinação das sementes.

Figura 5 - Porcentagem de germinação e remanescentes viáveis de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II mantidas em armazém convencional por 540 dias

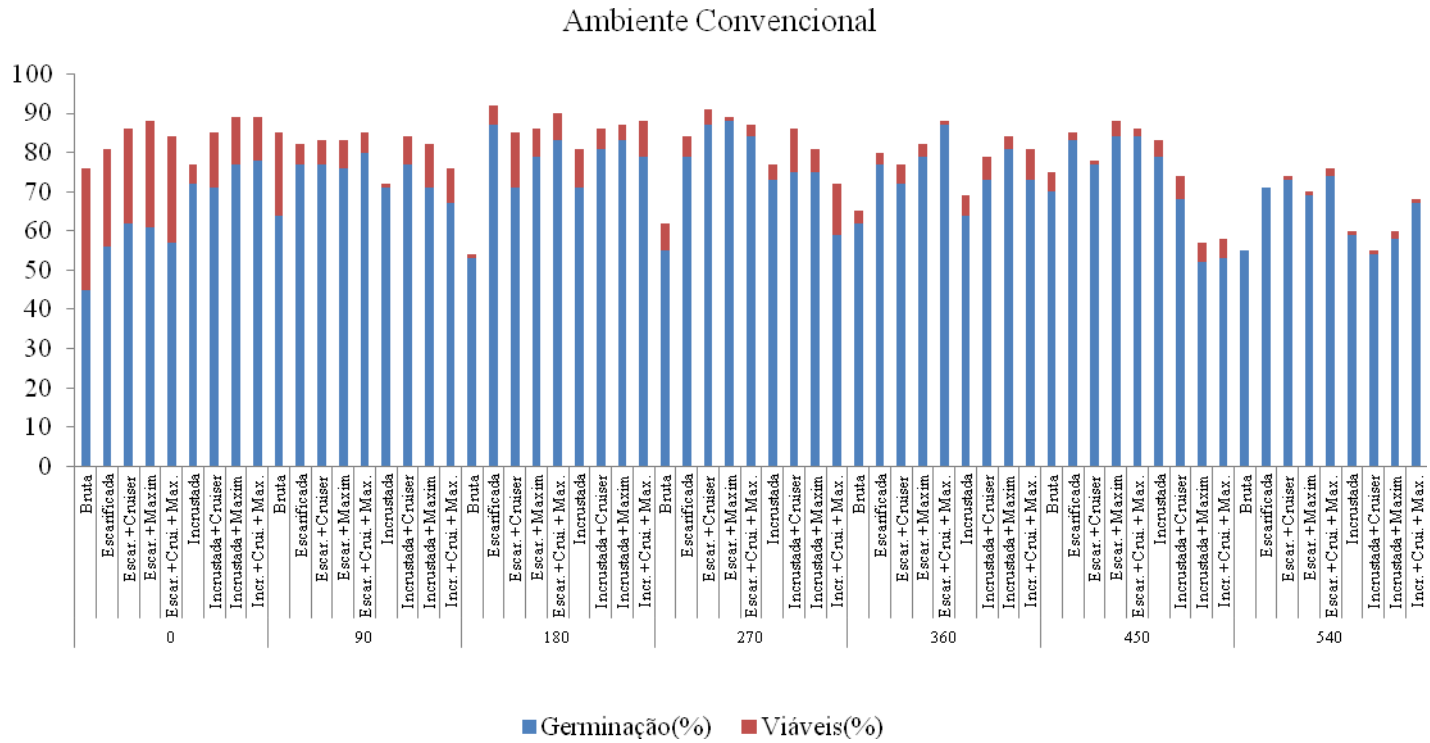
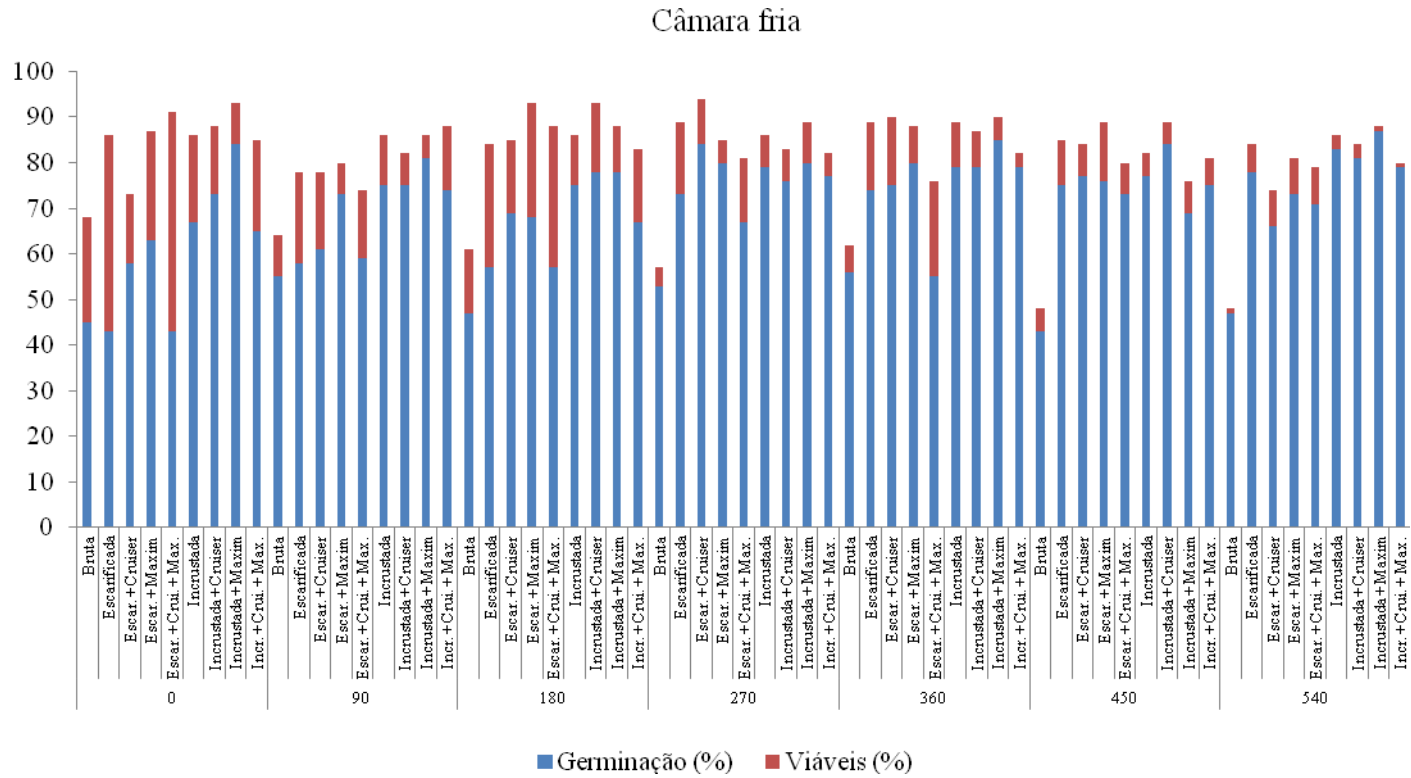


Figura 6 - Porcentagem de germinação e remanescentes viáveis de sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II mantidas em câmara fria (10 °C) por 540 dias



Semelhante ao que foi observado para a germinação das sementes, a emergência das plântulas de Braquiária híbrida, no início do armazenamento, as sementes revestidas, independente do ambiente, apresentam maiores médias, com os valores tendendo a uma igualdade entre os tratamentos a partir de 270 dias de armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de Braquiária híbrida durante o armazenamento em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias

Trat.	Porcentagem de Emergência (%)													
	Época (dias)													
	0		90		180		270		360		450		540	
	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri	Conv	Refri
B	47 Ba	35 Ba	49 Ba	33 Bb	66 Aa	75 Aa	36 Ba	35 Ba	43 Ba	44 Ba	35 Ba	38 Ba	37 Aa	44 Ba
ES	44 Ba	42 Ba	69 Aa	71 Aa	43 Bb	79 Aa	67 Aa	61 Aa	59 Aa	59 Aa	58 Aa	57 Aa	51 Ab	66 Aa
EC	44 Ba	51 Ba	78 Aa	63 Ab	69 Aa	57 Ba	59 Aa	66 Aa	48 Ba	60 Aa	61 Aa	53 Aa	45 Ab	66 Aa
EM	63 Aa	47 Ba	71 Aa	61 Aa	69 Aa	67 Aa	69 Aa	71 Aa	59 Aa	61 Aa	55 Aa	66 Aa	51 Ab	66 Aa
ECM	56 Ba	47 Ba	73 Aa	57 Ab	60 Aa	63 Ba	74 Aa	50 Ab	57 Aa	59 Aa	54 Aa	65 Aa	55 Aa	68 Aa
I	51 Ba	49 Ba	65 Aa	61 Aa	26 Cb	47 Ba	50 Ba	47 Ba	32 Bb	50 Ba	41 Ba	50 Aa	40 Ab	63 Aa
IC	59 Aa	62 Aa	62 Aa	71 Aa	24 Cb	50 Ba	57 Aa	45 Ba	47 Ba	57 Aa	44 Ba	53 Aa	36 Ab	57 Aa
IM	67 Aa	58 Aa	72 Aa	71 Aa	35 Bb	56 Ba	62 Aa	56 Aa	57 Aa	67 Aa	35 Bb	58 Aa	43 Ab	70 Aa
ICM	72 Aa	64 Aa	75 Aa	73 Aa	42 Ba	45 Ba	57 Aa	58 Aa	45 Ba	47 Ba	35 Bb	57 Aa	42 Ab	63 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

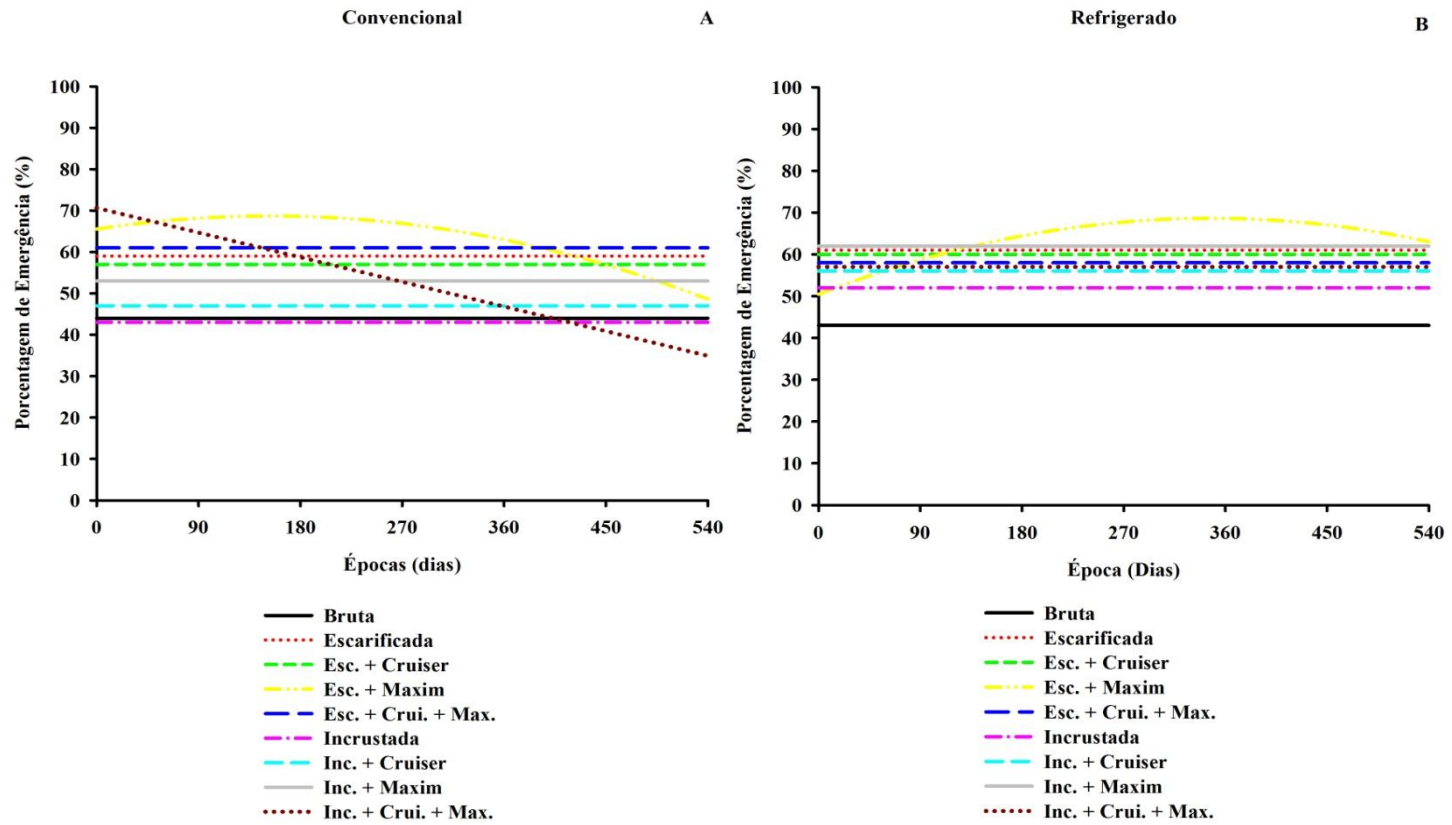
Ainda com relação a emergência de plântulas, observou-se que a maioria dos tratamentos mantém os mesmo valores ao longo do armazenamento independente do ambiente de armazenamento (Figura 7).

Exceto para as sementes escarificadas e tratadas com Maxim e as revestidas e tratadas com a mistura de Cruiser e Maxim no ambiente convencional, estas tiveram os valores de emergência de plantulas reduzidos a uma taxa constante (linearmente) enquanto a outra apresentou um discreto aumento até 270 dias de armazenamento passando a ter os valores reduzidos (Figura 7A).

No ambiente refrigerado apenas as sementes escarificadas e tratadas com Maxim apresentaram alterações nos valores de emergência de plântulas, com aumento nos valores observados até aproximadamente 360 dias de armazenamento (Figura 7B).

Vale salientar a diferença no comportamento das sementes escarificadas e tratadas com Maxim, observou-se que a dormência das sementes foi superada até 180 dias de armazenamento no ambiente convencional, esse mesmo comportamento ocorreu no ambiente refrigerado, porém de forma mais lenta com maior média de emergência aos 360 dias (Figura 7A e B).

Figura 7 - Porcentagem de emergência de plântulas de Braquiária híbridaprovenientes de sementes armazenadas em armazém convencional e refrigerado (10 °C) por 540 dias. Equações de regressão no anexo



Do mesmo modo que o teste de emergência, a velocidade de emergência de plântulas foi influenciada pelos tratamentos aplicados às sementes durante o armazenamento (Tabela 8).

Tabela 8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida com diferentes tratamentos e armazenadas por 540 dias

Tratamento	Índice de velocidade de emergência						
	Época (dias)						
	0	90	180	270	360	450	540
B	2,80 B	2,25 B	4,05 A	1,69 B	2,09 B	2,18 B	2,50 B
ES	3,52 B	3,79 A	3,97 A	3,43 A	3,14 A	3,81 A	3,91 A
EC	3,45 B	3,60 A	4,10 A	3,18 A	2,70 A	3,69 A	3,63 A
EM	3,74 A	3,45 A	4,53 A	3,41 A	3,04 A	3,84 A	3,84 A
ECM	4,09 A	3,56 A	3,83 A	3,48 A	2,97 A	4,13 A	4,05 A
I	3,13 B	3,49 A	2,12 B	2,44 B	1,84 B	2,71 B	3,07 B
IC	3,64 A	3,63 A	2,10 B	2,27 B	2,42 B	3,04 B	2,90 B
IM	4,14 A	3,92 A	2,42 B	2,61 B	2,72 A	2,59 B	3,25 B
ICM	4,21 A	3,90 A	2,48 B	2,48 B	1,98 B	2,62 B	3,24 B

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

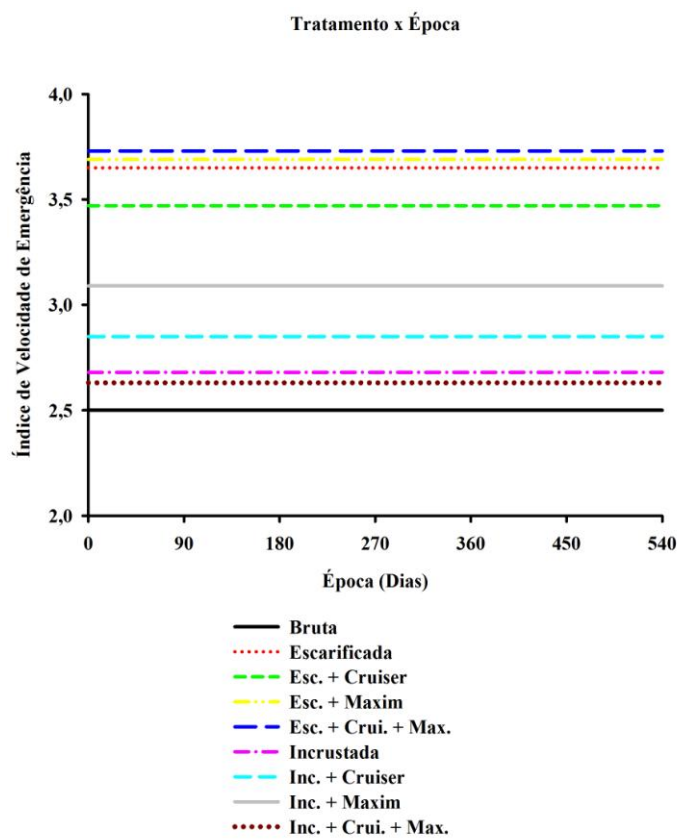
Na época inicial houve variação de resultados de IVG das sementes submetidas aos diferentes tratamentos. Aos 90 dias apenas as sementes sem tratamento (brutas) apresentaram menor velocidade de emergência (Tabela 8).

A partir dos 180 dias observa-se uma maior velocidade de emergência para as sementes escarificadas independente do tratamento químico, evidenciando que com a perda de vigor das sementes ao longo do armazenamento a incrustação torna-se uma barreira à germinação das sementes e conseqüente emergência de plântulas.

É natural que as sementes percam vigor com o aumento do tempo de armazenamento, sendo que o tratamento das mesmas com produtos químicos pode acelerar ou retardar essa redução, dependendo do produto utilizado, da espécie e das condições de armazenamento. No entanto, independente do produto utilizado, houve um efeito mais marcante da escarificação e da incrustação na emergência das plântulas de braquiária ao longo do armazenamento.

Com relação ao efeito dos tratamentos ao longo do armazenamento, não foram observadas alterações na velocidade de emergência das plântulas, cujos valores mantiveram-se constantes para cada tratamento no decorrer de 540 dias (Figura 8).

Figura 8 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida proveniente de sementes armazenadas por 540 dias. Equações de regressão em anexo.



Ainda com relação ao índice de velocidade de emergência de plântulas, no ambiente convencional o vigor das sementes foi reduzido em relação ao ambiente refrigerado a partir de 360 dias de armazenamento (Tabela 9).

Tabela 9 - Índice de velocidade de emergência de plântulas de Braquiária híbrida proveniente de sementes armazenadas em armazém convencional e refrigerado por 540 dias

Época (dias)	Índice de velocidade de emergência	
	Ambiente	
	Convencional	Refrigerado
0	3,75 a	3,52 a
90	3,77 a	3,25 b
180	2,83 b	3,75 a
270	2,90 a	2,65 a
360	2,83 b	2,75 a
450	2,87 b	3,49 a
540	2,68 b	4,07 a

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dados os resultados, foi observado efeito acentuado do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica das sementes de Braquiária híbrida, diferente do que foi relatado por Avelar et al. (2011), segundo os autores o uso desses produtos para posterior armazenamento das sementes nem sempre traz benefícios à qualidade fisiológica e muitas vezes podem se tornar tóxicos dependendo do tipo, dose e período de tempo que ficam armazenadas.

Efeito fitotóxico não foi observado para sementes de Braquiária híbrida ao longo do armazenamento, porém o revestimento e tratamento químico pode ter influenciado a qualidade inicial das sementes no início do armazenamento, devido as variações observadas entre os tratamentos nesse período, estando em acordo com os resultados observados no capítulo anterior (Capítulo 3).

No capítulo anterior, concluiu-se que o tratamento químico influencia a qualidade fisiológica das sementes de Braquiária híbrida por meio de efeito

imediatamente após a aplicação do produto, porém esse efeito não afeta a armazenabilidade das sementes por até 540 dias de armazenamento, como observado nesse experimento.

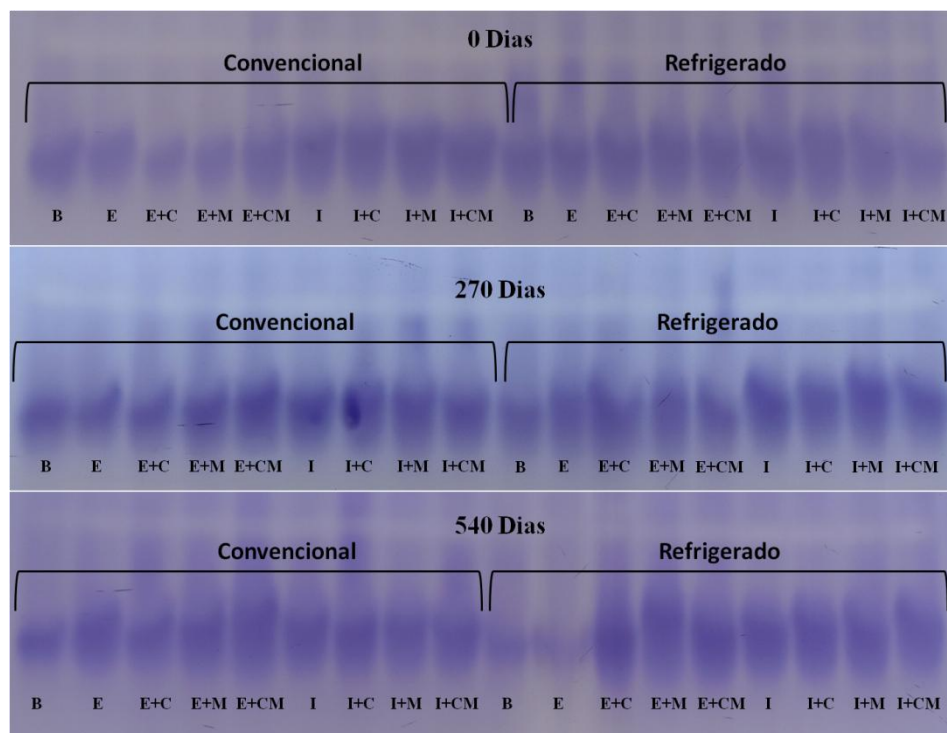
Apesar da baixa influência do tratamento químico na qualidade fisiológica das sementes de braquiária híbrida, sabe-se que o produto Cruiser (Tiametoxam), utilizado no tratamento das sementes nesse experimento, é considerado um potencializador do poder germinativo das sementes. No entanto, a resposta pode variar em função da espécie, cultivar, qualidade fisiológica inicial, dose do produto e tempo de armazenamento segundo relatos de Borges et al. (2016) e Almeida et al. (2012).

Para outras espécies de Poáceas, o Tiametoxam proporcionou efeitos positivos alterando características fisiológicas e morfológicas das sementes e plântulas como observado para arroz (ALMEIDA et al., 2011), aveia preta (ALMEIDA et al., 2012) e em trigo (MACEDO; CASTRO, 2011), enquanto em outras se mostrou indiferente, como observado para as sementes de Braquiária híbrida utilizadas no presente estudo.

Além dos efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes, avaliada pelo teste de germinação e emergência de plântulas, a redução da qualidade das sementes pode ser observada por meio da avaliação da atividade enzimática extraídas das sementes de Braquiária híbrida, a exemplo das enzimas envolvidas nos sistemas respiratório e antioxidante.

Observou-se uma maior expressão da enzima Malato desidrogenase, após 270 dias de armazenamento, quando as sementes foram tratadas e revestidas independentemente do ambiente, em relação às sementes sem tratamento (Bruta) e escarificadas (Figura 9).

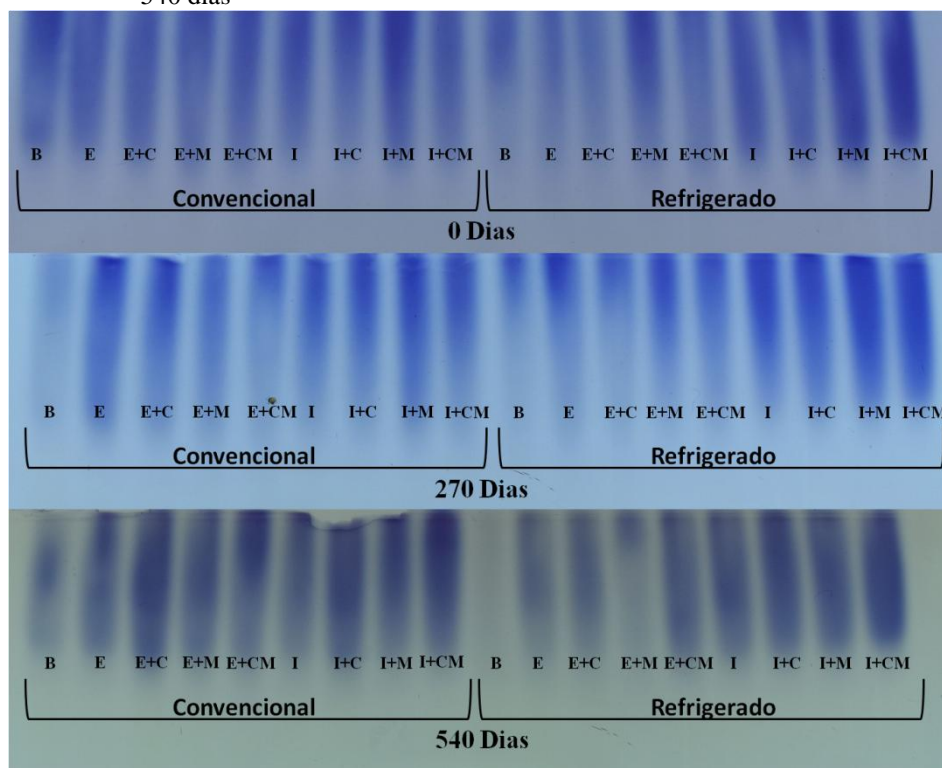
Figura 9 - Expressão da enzima Malato desidrogenase extraída de sementes de Braquiária híbridas armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias



Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Assim como a MDH, também observou-se uma maior expressão da enzima Álcool desidrogenase ao longo do armazenamento das sementes, principalmente para as sementes revestidas, evidenciando a baixa disponibilidade de oxigênio fornecido às sementes (Figura 10), uma vez que essa enzima é mais ativa em condições de anaerobiose (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2005).

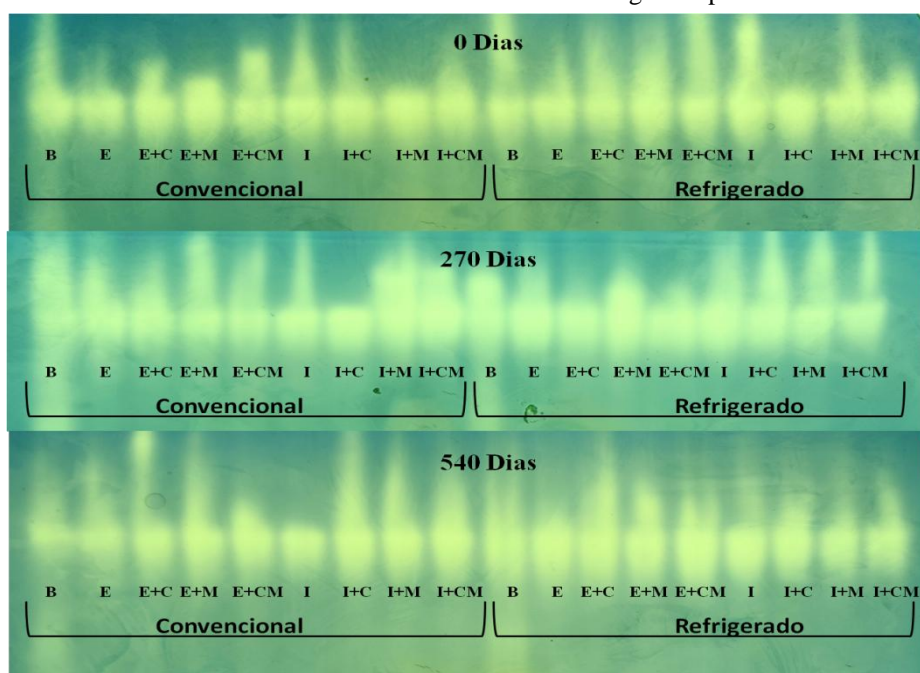
Figura 10 - Expressão da enzima Álcool desidrogenase extraídas de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias



Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Para as enzimas envolvidas no sistema antioxidante, foram observadas poucas alterações na expressão da enzima Catalase entre os tratamentos de escarificação e revestimento das sementes independente do ambiente de armazenamento, porém a expressão da enzima tendeu a diminuir com o tempo de armazenamento (Figura 11).

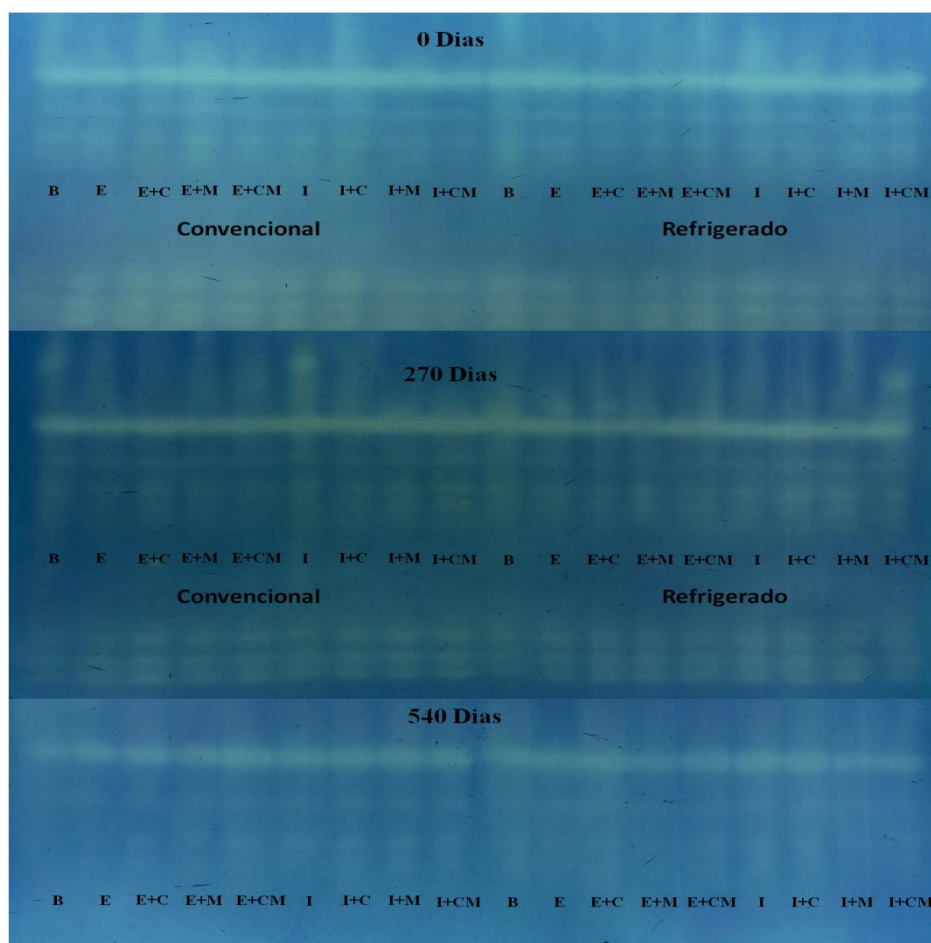
Figura 11 - Expressão da enzima Catalase extraída de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias



Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

De acordo com o que foi observado para a enzima catalase, observou-se uma redução da expressão da enzima Superóxido dismutase, com menor expressão observada aos 540 dias de armazenamento, quando observou-se menor número de isoformas da enzima presentes no gel (Figura 12).

Figura 12 - Expressão da enzima Superóxido dismutase extraída de sementes de Braquiária híbrida armazenadas em ambiente convencional e refrigerado por 540 dias



Legenda: B - Bruta, E - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Reduções na atividade enzimática ao longo do armazenamento, como observado para as sementes de Braquiária híbrida, também foram detectadas por Carvalho et al., (2014), por exemplo os autores constaram reduções na expressão das enzimas MDH, ADH e SOD extraídas de sementes armazenadas em ambiente convencional em relação ao ambiente refrigerado.

Diferentemente, o efeito benéfico do ambiente refrigerado não ocorreu sobre a atividade enzimática das sementes de Braquiária híbrida, apesar desse ambiente ser favorável a manutenção da germinação e emergência de plântulas.

Alterações nos padrões enzimáticos são evidências da ocorrência de eventos deteriorativos, pois essas enzimas estão envolvidas em reações que estão diretamente ligadas ao metabolismo da mobilização de reservas nas sementes e no processo degenerativo de membranas

Com base nos resultados fisiológicos e bioquímicos observados ficou evidente que o ambiente de armazenamento foi fundamental para conservar a qualidade das sementes de Braquiária híbrida, pois atua sobre a viabilidade, dormência, vigor e reações bioquímicas que determinam esse processo.

4 CONCLUSÕES

O tratamento químico com Cruiser e Maxim não altera a qualidade fisiológica das sementes de braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento.

O ambiente convencional favorece a superação da dormência fisiológica das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II, mas como consequência aumenta a velocidade de deterioração das sementes.

Sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II armazenadas em ambiente refrigerado (13 ± 3 °C) têm sua dormência preservada por 360 dias.

Ao longo do armazenamento, independente do ambiente, ocorre redução da expressão de enzimas ligadas à respiração e ao sistema antioxidantes das sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II.

O revestimento retarda a germinação e aumenta a expressão da enzima Álcool desidrogenase em sementes de Braquiária híbrida cv. Mulato II durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.A.S. et al. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 240-247, 2013.
- ALMEIDA, A. S. et al. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 501-510, 2011.
- ALMEIDA, A. S. et al. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p.1619-1628, 2012.
- 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.
- AVELAR, S. A. G. et al. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 2011.
- BAUDET, L.; PESKE, S.T. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 10, n. 1, p.20-23, 2006.
- BAYS, R. et al. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p. 60-67., 2007.
- BORGES, C. T. et al. Efeito do Tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n. 4, p.44-48, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SDA/ACS, 2009. 399p.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.
- CALDEIRA, C. M. et al. **Qualidade de sementes de tabaco durante o processo de pelotização e armazenamento**. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 216-220, 2016.

- CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 967-976, 2014.
- FORTI, V. A. et al. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, p.123-133, 2010.
- LIMA, D. C. et al. Storage of sunflower seeds. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, p.361-369, 2014.
- LUDWIG, M. P. et al. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.
- MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. C. Tiamethoxam: molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 100, n. 3, p. 299-304, 2011.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.1
- MAGUIRE, J. D. Seed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCHI, C. E. et al. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. Ed. Piracicaba: Abrates, 2015.
- MATOS, C. S. M. et al. Health and physiological quality of corn seeds treated with fungicides and assessed during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 10-16, 2013.
- MENDONÇA, E. A. F. **Revestimento de sementes de milho superdoce**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, 63p., 2003.

NASCIMENTO, W. M. O. et al. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.18, n.2, p.242-245, 1996.

OLIVEIRA, J. A. et al. Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 36-47, 2003.

ROSA, K. C. et al. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 22, n. 3, 2012.

SANTOS, F. C. et al. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 069-078, 2010.

SANTOS, L. D. C. et al. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426, 2011.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2002.

TAVARES, L. C. et al. Performance of lowland rice seeds coated with dolomitic limestone and aluminum silicate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2 p. 202-211, 2012.

VIEIRA, B. G. T. L. et al. Structural changes in soybean seed coat due to harvest time and storage. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, [N/A], v.11, p.625-628, 2013.

ANEXO

Tabela 1 Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) dos tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época de armazenamento e Época x Ambiente para os dados de Primeira contagem de germinação

Primeira Contagem		
Tratamento x Época		
Tratamento	Equação de Regressão	R^2
B	$30,57 + 0,09X - 0,00015X^2$	98,14
ES	$27,92 + 0,19X - 0,00029X^2$	80,06
EC	$30,76 + 0,18X - 0,00028X^2$	70,27
EM	$39,55 + 0,12X - 0,00016X^2$	69,51
ECM	$32,27 + 0,05X$	70,65
I	$48,71 + 0,19X$	63,47
IC	$41,06 + 0,09X - 0,00013X^2$	69,33
IM	$Y = 52$	--
ICM	$Y = 46$	--
Época x Ambiente		
Tratamento	Equação de Regressão	R^2
Convencional	$41,42 + 0,08X - 0,00016X^2$	60,00
Refrigerado	$33,37 + 0,11X - 0,00012X^2$	88,11

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Tabela 2 Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) dos tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época x Ambiente de armazenamento para os dados de Germinação

Germinação		
Ambiente Convencional		
Tratamento	Equação de Regressão	R2
B	$Y = 58$	--
ES	$60,31 + 0,16X - 0,0003X^2$	71,38
EC	$Y = 74$	--
EM	$61,67 + 0,16X - 0,0003X^2$	85,36
ECM	$60,04 + 0,18X - 0,0003X^2$	90,37
I	$Y = 70$	--
IC	$71,58 + 0,08X - 0,0002X^2$	95,74
IM	$74,09 + 0,06X - 0,00018X^2$	60,56
ICM	$Y = 68$	--
Ambiente Refrigerado		
Tratamento	Equação de Regressão	R2
B	$Y = 49$	--
ES	$48,72 + 0,07X$	86,73
EC	$54,48 + 0,15X - 0,0002X^2$	77,25
EM	$Y = 73$	--
ECM	$49,30 + 0,04X$	65,54
I	$70,36 + 0,03X$	78,93
IC	$Y = 78$	--
IM	$Y = 80$	--
ICM	$Y = 72$	--

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.

Tabela 3 Equações de regressão e coeficiente de regressão (R^2) para os tratamentos aplicadas as sementes de Braquiária híbrida na interação Tratamento x Época x Ambiente de armazenamento para os dados de Viabilidade

Viabilidade (Tetrazólio)		
Ambiente Convencional		
Tratamento	Equação de Regressão	R^2
B	$Y = 68$	--
ES	$91,02 - 0,032X$	72,71
EC	$91,75 - 0,04X$	94,38
EM	$91,92 - 0,04X$	79,21
ECM	$92,70 - 0,05X$	81,3
I	$84,11 + 0,04X - 0,00015X^2$	93,63
IC	$85,95 + 0,04X - 0,00013X^2$	77,53
IM	$92,72 - 0,036X$	83,69
ICM	$96,78 - 0,06X$	84,6
Ambiente Refrigerado		
Tratamento	Equação de Regressão	R^2
B	$Y = 65$	--
ES	$Y = 85$	--
EC	$Y = 83$	--
EM	$Y = 84$	--
ECM	$Y = 85$	--
I	$Y = 87$	--
IC	$Y = 86$	--
IM	$98,15 - 0,05X$	83,48
ICM	$87,04 + 0,04X - 0,00014X^2$	97,25

Legenda: B - Bruta, ES - Escarificada, EC - Escarificada + Cruiser, EM - Escarificada + Maxim, ECM - Escarificada + Cruiser + Maxim, I - Incrustada, IC - Incrustada + Cruiser, IM - Incrustada + Maxim, ICM - Incrustada + Cruiser + Maxim.