

CICLOS DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha*

**MARIÁ MORAES AMORIM**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2018

CICLOS DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha*

**MARIÁ MORAES AMORIM**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

034/2018

A524 Amorim, Mariá Moraes.

Ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* / Mariá Moraes Amorim. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

84 f.

Bibliografia: f. 73 – 84.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Henrique Duarte Vieira.

1. Forragem. 2. Armazenamento. 3. Micronutrientes. 4. Dormência Secundária. 5. Tetrazólio. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.2

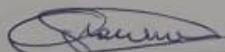
CICLOS DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha*

MARIÁ MORAES AMORIM

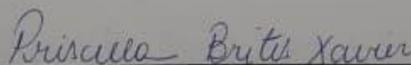
Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2018

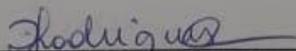
Comissão Examinadora



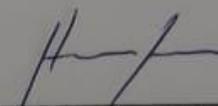
Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Dr.ª Priscilla Brites Xavier (D.Sc., Produção Vegetal) – SEMED/SPA



Dr.ª Daniele Lima Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF  
(Orientador)

Aos meus pais, André Luiz e Alair, dedico não só esta, mas todas as conquistas da minha vida.

*"Nunca é tarde para você ser o que você  
poderia ter sido." (George Eliot)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos;

Aos meus filhos, Matheus e Thor (meu cachorro), presentes de Deus na minha vida, que me alimentam diariamente com o amor mais puro e encorajador desse Mundo;

Aos meus pais, André Luiz e Alair, e aos meus irmãos, Isabela e André Luiz, pelo apoio e amor incondicional;

Ao Dennis, meu esposo, meu companheiro, pela presença na minha vida, pelo cuidado e carinho;

Ao Prof. Henrique Duarte Vieira, pela orientação, amizade e confiança;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;

Ao CNPq pela concessão da bolsa;

Às minhas queridas “sementeiras”, pela amizade e pelo apoio, vocês são as melhores;

A todos os amigos, que fizeram com que essa jornada fosse menos difícil;

Ao Prof. Geraldo de Amaral Gravina, à Dr.<sup>a</sup> Priscilla Brites Xavier e à Dr.<sup>a</sup> Daniele Lima Rodrigues por aceitarem fazer parte desta banca e pelas contribuições dadas a este trabalho;

A toda minha família Moraes e Amorim, que está sempre torcendo pelo meu sucesso;

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste sonho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Características da espécie de estudo .....	3
2.1.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	4
2.1.2 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG5.....	5
2.2. Dormência de sementes.....	6
2.2.1 Ciclos de dormência.....	7
2.2.2 Métodos de superação da dormência.....	8
2.3 Composição mineral de sementes.....	9
3. TRABALHOS.....	12
3.1. Identificação de ciclos de dormência em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	12

3.2. Ciclos de dormência e composição mineral em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG5.....	30
3.3 Ciclos de dormência e composição mineral em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	51
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

## RESUMO

AMORIM, Mariá Moraes; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. Ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha*. Professor Orientador: Henrique Duarte Vieira.

Este trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo 1 o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu e o efeito de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência. As sementes foram armazenadas por 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em ambiente de laboratório (25°C). Ao final de cada período foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos (intacta; escarificação ácida e cariopse nua). As sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio. Foram observados ciclos de dormência nas duas cultivares em estudo, sendo mais evidentes nas sementes submetidas aos tratamentos escarificação ácida e cariopse nua. Houve diferença significativa tanto entre as cultivares quanto entre os tratamentos pré-germinativos, sendo observado a maior porcentagem de germinação nas sementes da cultivar MG5 do tratamento cariopse nua. No capítulo 2, o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes

temperaturas. Para isso, as sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD. Ao final de cada período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio. Foi observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Houve variação nos teores de boro e zinco, coerentes com as alterações observadas no vigor das sementes. No capítulo 3, o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas. As sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD. Ao final de cada período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio. Foi observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Houve variação nos teores de boro, zinco e molibdênio, no entanto, foram pouco influenciados pela temperatura de armazenamento. Pode-se concluir que as sementes de *Brachiaria brizantha* apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de boro, zinco e molibdênio apresentam alterações durante a ocorrência destes ciclos.

## ABSTRACT

AMORIM, Mariá Moraes; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2018. Dormancy cycles in *Brachiaria brizantha* seeds. Professor Advisor: Henrique Duarte Vieira.

This work was divided into three chapters. In chapter 1 the objective was to identify the occurrence of dormancy cycles in *Brachiaria brizantha* seeds of cultivars MG5 and Marandu and the effect of pre-germinative treatments in overcoming dormancy. The seeds were stored for 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months in laboratory environment (25°C). At the end of each period they were submitted to pre-germinative treatments (intact, acid scarification and naked caryopsis). The seeds were submitted to the germination test, which evaluated the Average Germination Time, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds, at the end of the germination test, the non-germinated seeds were submitted to the Tetrazolium Test. Dormant cycles were observed in the two cultivars under study, being more evident in the seeds submitted to the treatments acid scarification and naked caryopsis. There was a significant difference between the cultivars and between the pre-germination treatments, with the highest percentage of germination in the seeds of the MG5 cultivar of the naked caryopsis treatment. In chapter 2, the objective was to identify the occurrence of dormancy cycles and the storage effect on B, Zn and Mo levels in *Brachiaria brizantha* cv. MG5 stored at different temperatures. For this, the seeds were stored for 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months in 3 temperatures: 10°C - Cold

chamber; 25°C - Laboratory Environment; 40°C - BOD. At the end of each period, the seeds were submitted to the germination test, which evaluated the Average Germination Time, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds. At the end of the germination test, the non-germinated seeds were submitted to Tetrazolium test. The boron, zinc and molybdenum contents were also determined. Cyclic behavior was observed in germination and vigor results, most evident in seeds stored at temperatures of 10°C and 25°C. There was variation in the boron and zinc contents, consistent with the observed changes in seed vigor. In Chapter 3, the objective was to identify the occurrence of dormancy cycles and the effect of storage on the levels of B, Zn and Mo in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu stored at different temperatures. The seeds were stored for 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months at 3 temperatures: 10°C - Cold chamber; 25°C - Laboratory Environment; 40°C - BOD. At the end of each period, the seeds were submitted to the germination test, which evaluated the Average Germination Time, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds. At the end of the germination test, the non-germinated seeds were submitted to Tetrazolium test. The boron, zinc and molybdenum contents were also determined. Cyclic behavior was observed in germination and vigor results, most evident in seeds stored at temperatures of 10°C and 25°C. There were variations in the boron, zinc and molybdenum contents, however, they were little influenced by the storage temperature. It can be concluded that the seeds of *Brachiaria brizantha* present dormancy cycles and these are influenced by the storage temperature. And that the boron, zinc and molybdenum contents present changes during the occurrence of these cycles.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com estimativas do Censo Agropecuário Brasileiro de 2006 (IBGE, 2007), a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares, destacando-se o gênero *Brachiaria*.

Em espécies forrageiras, a formação de um estande denso no plantio é de fundamental importância para a produtividade da pastagem (Sulc, 1998). Para que isso ocorra é necessário que haja uma emergência rápida e uniforme das plântulas, possibilitando a formação de um dossel fechado logo no início da estação de crescimento, suprimindo as plantas daninhas e maximizando a interceptação de luz.

As plantas forrageiras, em particular, são caracterizadas por apresentarem longo período de florescimento em função de diferentes momentos de emergência dos perfilhos, além do mais têm fácil degrana das sementes, resultando em produtividades comerciais de baixa qualidade. Assim, como as sementes possuem atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários que conferem um elevado desempenho agrônomo, a qualidade física e fisiológica é influenciada pela desuniformidade na colheita e na maturação. (Maschietto et al., 2003).

Para formação de uma pastagem, não basta só um manejo de adubação adequado, mas também o uso de sementes de alta qualidade e com alta pureza, porém um dos principais obstáculos que algumas espécies vêm apresentando é a dormência, ou seja, sementes que não germinam mesmo quando colocadas

diante de condições favoráveis de ambiente, devido à ação de fatores internos ou causas determinadas pela própria semente (Marcos Filho, 2005).

A dormência pode variar em função da espécie cultivada, sistema de produção, condições edafoclimáticas, processamento da semente e condições de armazenamento, sendo que o mecanismo de dormência apresenta particularidades, tornando difícil qualquer generalização sobre suas causas (pode ocorrer independente ou combinadas), como acontece para a maioria das sementes de *Brachiaria brizantha* (Cardoso et al, 2014). Tendo forte influência do ambiente na indução e superação dessa dormência, no entanto, estes mecanismos ainda não estão bem elucidados.

Baseado nisso, a escolha de tratamentos eficientes para a superação da dormência varia em função de muitos fatores. Sendo mais utilizados os tratamentos químicos, térmicos e mecânicos. No caso de tratamentos para superação de dormência em sementes de *Brachiaria*, a maioria dos trabalhos menciona o tratamento com ácido sulfúrico. Este é utilizado por promover a permeabilidade do tegumento a água e as trocas gasosas (Marcos Filho, 2005).

Apesar de alguns métodos já serem comumente utilizados na superação da dormência de sementes de braquiária, poucos são os estudos com relação à prevenção da indução de dormência secundária. Para isso é fundamental a identificação do mecanismo de dormência que ocorre nesta espécie e dos fatores ambientais que estão relacionados, permitindo que sejam adotados métodos mais eficientes na superação da dormência ou até mesmo métodos de proteção, impedindo que seja induzida dormência secundária nas sementes da espécie em estudo.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu, e a relação destes com a temperatura de armazenamento, tratamentos pré-germinativos e composição mineral das sementes armazenadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características da espécie de estudo

A *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) teve origem na região Tropical da África e na África do Sul, considerada uma espécie perene e diferencia-se da *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* por seu porte quase ereto. Apresenta folhas glabras com colmos eretos ou suberetos, porte de 1 a 1,5 m de altura, com rizomas curtos e inflorescências formadas por 2 a 12 racemos (Embrapa Gado de Corte, 1980).

Desenvolve-se na maioria dos solos, inclusive ácidos, mas requer um índice pluvial acima de 500 mm por ano. É moderadamente tolerante à seca, desenvolvendo-se bem em solos não úmidos (Vilela, 2009). A espécie *Brachiaria brizantha* apresenta excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, com produção considerável de biomassa ao longo do ano, proporcionando boa cobertura vegetal do solo (Timossi et al., 2007).

A *Brachiaria brizantha* destaca-se como a espécie forrageira mais semeada no Brasil e com o maior volume de sementes destinadas à exportação. As sementes de *Brachiaria* spp. possuem dificuldade para germinar tanto em laboratório quanto em campo, e o principal fator que contribui para isso é a ocorrência de dormência inata ou natural, apresentando, entre outros fatores, heterogeneidade de maturação (Lago e Martins, 1998).

Bonone et al. (2006) citaram que as espécies desse gênero possuem propriedades que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, como, por exemplo, a desuniformidade na emissão das inflorescências nos perfilhos, florescimento irregular dentro das panículas, baixo número de sementes férteis, elevada degrana natural, além de dormência de suas sementes.

Portanto, para a produção de sementes de plantas forrageiras tropicais, à medida que se têm mais informações na literatura sobre as características produtivas das diferentes cultivares, torna-se possível o desenvolvimento de novas técnicas, visando diminuir esses problemas de produção (Souza, 2001).

O estudo de alternativas, para a superação de dormência, pode ser útil na avaliação da qualidade fisiológica em laboratório e, principalmente, contribuir para o desenvolvimento de métodos que, utilizáveis em larga escala, permitam a comercialização de sementes com dormência parcial ou totalmente eliminada (Martins e Silva, 2003).

#### 2.1.1 *Bachiaria brizantha* cv. Marandu

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma gramínea forrageira oriunda do Zimbábue, na África, apresenta diversas sinonímias segundo a região, contudo, no Brasil é comumente chamada de braquiarião ou brizantão. (Vilela, 2009). O Marandu é o capim mais cultivado no Brasil, sendo a monocultura que ocupa a maior área de pastagens cultivadas (Senra, 2006).

Diferencia-se dos outros ecótipos de *Brachiaria brizantha*, principalmente, por originar touceiras robustas que alcançam entre 1,5 a 2,5 m de altura. É recomendada para solos de média a alta fertilidade, mas apresenta boa tolerância a altos níveis de alumínio e manganês no solo (Alcântara e Bufarah, 1988).

A cultivar Marandu é moderadamente tolerante à seca, com estabelecimento rápido, tem bom valor forrageiro, de alta produção de matéria verde da parte aérea, entretanto, com baixa produção de sementes (Embrapa Gado de Corte, 1980).

A produtividade de sementes é bastante variável de acordo com o manejo de campo e adubação, além do método de colheita adotado. Estimam-se produtividades variando de 80 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com média de 40% de Valor Cultural (VC%), quando colhidas com colhedoras automotrizes. Mas, há

relatos de produtividades acima de 800 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras (Embrapa Gado de Corte, 1980). Valores estes consistentes aos verificados por Souza (2001), que constatou produção de 600 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras.

Em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a elevada porcentagem de germinação é, geralmente, impedida pela dormência que as sementes possuem. (Garcia e Cícero, 1992).

### 2.1.2 *Brachiaria brizantha* cv. MG5

A *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, também é conhecida como MG5 ou Vitória. Originária da região Africana de Cibitoke, no Burundi. Foi introduzida, no Brasil, pela Embrapa em 1986, juntamente com uma coleção de cerca de 350 acessos de 15 espécies diferentes que chegou a Embrapa - Gado de Corte em 1987 (Valle, 1990).

Essa cultivar é indicada para solos de média fertilidade, bem drenados e de textura média. É uma planta cespitosa que pode enraizar nos nós basais e apresenta altura média de 1,5 m, quando em crescimento livre. Em ensaios em parcelas, apresentou elevada produção de forragem, chegando a 21 t MS ha<sup>-1</sup>. É uma planta de estabelecimento rápido e com melhor rebrota do que a cultivar Marandu. O florescimento é tardio e concentrado em maio/junho e a produtividade de sementes puras chega a 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Valle et al., 2003).

Por apresentar um florescimento tardio é capaz de prolongar o período de pastejo. No período das águas pode produzir até 28,2 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e no período da seca até 9,80 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sendo que a cultivar Marandu em geral, produz 17,9 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 6,70 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, nas águas e na seca. Além disso, a cultivar MG5 apresenta um melhor valor nutritivo quando comparada à cultivar Marandu (Embrapa Gado de Corte, 2003). Em solos de média fertilidade, apresenta um excelente desempenho produtivo no campo, além de possuir boa digestibilidade e suportar uma alta taxa de lotação. (Costa et al., 2008).

## 2.2 Dormência de sementes

De acordo com McIvor e Howden (2000), a garantia de sobrevivência das espécies vegetais está diretamente relacionada à existência de sementes, as quais simbolizam a sua continuidade e diversidade. No entanto, além de conter as informações genéticas dos progenitores, as sementes são capazes de receber estímulos do ambiente durante ou após a sua formação, permitindo alterar seu comportamento a partir da liberação da planta-mãe.

Assim, após a adaptação ao ambiente, muitas espécies de plantas passaram a desenvolver, evolutivamente, mecanismos que permitissem a sua sobrevivência. Dentre estes, a dormência de sementes representa um dos principais mecanismos das espécies vegetais para garantir a sua sobrevivência e perpetuação, estando relacionada com a duração do ciclo e rusticidade da espécie.

Durante a evolução das espécies, do ponto de vista ecológico, a dormência surgiu como um mecanismo de defesa natural. A espécie *Brachiaria brizantha* apresenta, associada à dormência, a degrana e a desuniformidade na maturação, atributos que se apresentam como características marcantes (Previero et al. 1998).

Há uma diversidade de relatos sobre as causas da dormência imposta pelas sementes. Em gramíneas forrageiras, as sementes não são colhidas completamente maduras, ou seja, as sementes são morfológicamente maduras, porém são fisiologicamente imaturas (Floss, 2008).

Na agricultura a dormência é indesejável, visto que gera problemas de desuniformidade no estande, além da exposição das sementes às condições adversas contribuindo para a deterioração (Azeredo et al., 2010).

Segundo Previero et al. (1998), as diferentes espécies apresentam-se com peculiaridades para os seus mecanismos de dormência, o que dificulta precisar sua causa, podendo ser independente ou combinada de forma similar ao que ocorre na grande maioria das espécies forrageiras. Em *Brachiaria*, são relatadas tanto a dormência associada ao embrião, quanto a imposta pelos envoltórios, persistindo em sementes armazenadas por longos períodos (Simpson, 1990).

Segundo Santos et al. (2011), em gramíneas forrageiras tropicais a dormência é superada por diferentes tratamentos, sendo os mais comuns, a elevação de temperatura e a escarificação química com ácido sulfúrico.

### 2.2.1 Ciclos de dormência

Sementes que estão dormentes no momento da liberação da planta-mãe têm dormência primária (Bewley e Black, 1982). Estas sementes podem então sair da dormência e germinarem, se as condições forem favoráveis. Se as condições forem inadequadas, a germinação é inibida, e as sementes podem então entrar em dormência secundária (Bewley e Black, 1982).

Dormência secundária é definida como a dormência em desenvolvimento em sementes após a colheita ou dispersão. Em condição de campo dormência secundária faz parte das mudanças cíclicas no nível de dormência, que muitas vezes seguem um padrão sazonal (Karssen, 1980/81).

Sementes que estão não dormentes no momento da liberação da planta-mãe também podem se tornar dormentes se a germinação é inibida (Karssen, 1980/81). A transição entrada e saída da dormência pode continuar em um ciclo por vários anos antes que as sementes germinem, deterioreem, ou então sejam perdidas a partir do banco de sementes do solo (Baskin e Baskin, 1985). A dormência secundária não está relacionada com a deterioração das sementes. E, provavelmente reflete uma insensibilidade geral a vários indutores externos e internos de germinação (Karssen, 1980/81).

Considerando que a dormência primária é adquirida durante a maturação da semente, sementes pós-amadurecidas expostas a condições de temperatura desfavorável, sem luz ou nitrato adequados, anoxia, escuro contínuo, podem entrar em um estado de dormência secundária. Além disso, as sementes podem submeter-se a um ciclismo sazonal de dormência, se as condições estão abaixo do ideal, progressivamente ganhando ou perdendo dormência até finalmente germinar ou morrer (Finkelstein et al., 2008).

Embora fisiologicamente sementes totalmente dormentes não possam germinar independente das condições ambientais, as sementes com dormência intermediária germinam lentamente ou sob uma gama mais estreita de condições de luz e temperatura (Hilhorst, 2007).

A temperatura, ausência de luz ou oxigênio, presença de inibidores voláteis ou alelopáticos e condições de umidade estão entre os fatores que podem contribuir para a inibição da germinação e, assim, para o desenvolvimento de dormência (Karssen, 1980/81). Por esse motivo, as sementes podem passar por ciclos de dormência sazonais, em que a dormência só é superada durante um período que precede o momento mais ideal para o estabelecimento das plântulas (Karssen, 1982; Baskin e Baskin, 1985).

### 2.2.2 Métodos de superação da dormência

Métodos de superação da dormência são indicados para diversas condições funcionais de cada espécie, e dentre as muitas condições a serem superadas estão a impermeabilidade do tegumento a água e gases, o balanço hormonal, e a imaturidade fisiológica do embrião. Em contrapartida, para a solução de todos estes empecilhos e redução dos problemas causados pela dormência, evidencia-se o armazenamento como o mais eficiente. Este comportamento é comprovado por estudos realizados por Previero et al. (1998) em sementes de *Brachiaria brizantha*, nos quais os efeitos da dormência foram minimizados pelo período de armazenamento em que as sementes foram submetidas.

A resposta para cada espécie é expressa de maneira diferente nos métodos de superação de dormência. Sendo os principais a escarificação mecânica, água quente, uso de éter, álcool, acetona, baixa temperatura em ambientes úmidos, interação entre a luz e temperatura, temperaturas elevadas, nitrato de potássio, armazenamento em ambiente seco, lavagem em água corrente, “fitormônios” (substâncias reguladoras de crescimento), interação dos fitormônios com a luz e uso de ácido sulfúrico. As metodologias de superação de dormência estão sempre em atualização, devido aos resultados de pesquisas atuais (Brasil, 2009).

Os métodos mais usuais empregados são a escarificação química com ácido sulfúrico concentrado (Santos et al., 2011), embebição com nitrato de potássio (Brasil, 2009) e tempo de armazenamento em associação a altas temperaturas (Lago e Martins, 1998). Devem-se adequar as metodologias e de maneira usual seguir as recomendações pertinentes à superação da dormência,

pois os tratamentos empregados para a superação das mesmas podem prejudicar a germinação de sementes não dormentes (Dias e Alves, 2008).

Martins e Silva (2003) avaliaram os efeitos térmicos e químicos em sementes da cv. Marandu e concluíram que a escarificação com ácido sulfúrico aumentou e uniformizou a germinação das sementes. O tratamento com ácido sulfúrico também apresentou bons resultados na superação de dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares Marandu e MG5 (Silva et al., 2014). E, segundo Santos et al. (2011), a escarificação com ácido reduz a dormência apresentando efeitos positivos na germinação das sementes.

A remoção do envoltório expondo a cariopse também é utilizada como método de superação de dormência. Meschede et al. (2004) concluíram que a remoção das glumas é um tratamento eficiente na superação da dormência das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

### 2.3 Composição mineral de sementes

Certamente, a primeira fase do desenvolvimento de plântulas depende da quantidade de nutrientes minerais presentes nas sementes (Vreugdenhil et al., 2004). A quantidade de minerais nas sementes depende de uma infinidade de processos: mobilização do solo, absorção pelas raízes, translocação e redistribuição dentro da planta, importação e deposição nas sementes, etc. (Grusak e DellaPenna, 1999). Sendo que cada um desses processos é provavelmente controlado por muitos genes, o que torna o acúmulo de minerais nas sementes um fenômeno poligênico complexo.

As sementes, à semelhança dos demais órgãos da planta, apresentam composição química bastante variável por se tratar de um órgão que se forma no final do ciclo da planta (Jacob-Neto e Rossetto, 1998). A reserva de nutrientes na semente é expressa pelos teores encontrados nas partes constituintes da semente. Esse valor varia entre espécies, cultivares e depende das condições do ambiente em que a semente é produzida (Carvalho e Nakagawa, 2000).

O teor de alguns nutrientes minerais na semente, como boro (B), zinco (Zn) e molibdênio (Mo) influencia diretamente no vigor das sementes e na capacidade de gerar plântulas normais durante a germinação. Portanto, o conhecimento da composição química da semente é de interesse prático em tecnologia de

sementes, pois tanto a germinação como o potencial de armazenamento, são influenciados pelo conteúdo dos compostos presentes nas mesmas (Maeda et al., 1986; Nakagawa et al., 1990; Rossetto, 1993).

O B participa dos processos de divisão e alongação celular (Kouchi e Kumazawa, 1976; Cohen e Lepper Jr., 1977); do transporte de auxinas (Tang e Fuente, 1986) e; da síntese da base nitrogenada uracila, componente do RNA, portanto, a deficiência de B afeta a síntese de ácido nucleico e, conseqüentemente, a de proteínas (Faquin, 2005). Além disso, tem um importante papel na formação da parede celular da planta, regulando a síntese e a estabilidade de constituintes da parede celular (Hu e Brown, 1994), incluindo a membrana plasmática (Malavolta, 2006).

A deficiência de B aumenta o insucesso do estabelecimento de sementes. Em *Vigna mungo* as sementes com menor concentração de B tiveram menor viabilidade e produziram uma alta porcentagem de mudas anormais (Bell et al., 1989), sendo que uma concentração de B de  $6 \text{ mg/kg}^{-1}$  de sementes é considerada como crítica para o crescimento de mudas normais nesta espécie.

O Zn está envolvido no metabolismo de auxinas, particularmente, do ácido indolacético (AIA). Provavelmente, a influência do Zn nesse metabolismo está relacionada com o triptofano, o qual requer Zn em sua formação e, que parece ser o precursor na biossíntese de AIA (Faquin, 2005; Kirkby e Römheld, 2007; Alloway, 2008).

A principal função do Zn no metabolismo das plantas é a de componente e ativador enzimático (Faquin, 2005), sendo essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura proteica ou uma combinação destas (Dechen e Nachtigall, 2006).

Em grãos e sementes, a maioria do Zn está localizada nos chamados "corpos proteicos" sob a forma de partículas discretas, os cristais globoides (Welch, 1986). Estes globoides consistem principalmente de fitato, isto é, sais de ácido fítico.

O ácido fítico é um composto fortemente carregado de forma negativa e tem alta afinidade para ligar cátions divalentes, como Zn, formando complexos de Zn-fitato insolúveis ou indisponíveis em sementes. Sendo que, uma menor concentração de fitato em sementes está associada a vários efeitos negativos,

como a emergência reduzida de plântulas e a baixa performance agronômica (Oltmans et al., 2005).

O molibdênio é único entre os elementos essenciais em que as sementes normais de algumas plantas podem armazenar mais Mo do que o requerido pela próxima geração (Meagher et al., 1952). E, uma alta concentração de Mo em sementes garante um crescimento adequado de plântulas.

A deficiência de molibdênio pode resultar em falta de dormência da semente, aumentando a germinação prematura devido à redução da biossíntese de ABA, já que o ABA estimula a dormência e reduz a germinação (Modi e Cairns, 1994).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DE CICLOS DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha*

##### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu e o efeito de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência. Sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu foram acondicionadas em embalagens plásticas seladas e armazenadas por 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em ambiente de laboratório com temperatura média de 25°C. Ao final de cada período de armazenamento as sementes foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos (intacta; escarificação ácida e cariopse nua), em seguida foram conduzidos os Testes de Germinação no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio, no qual se contabilizou sementes viáveis. O delineamento experimental adotado foi de

Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x2x3 (6 períodos de armazenamento x 2 cultivares x 3 tratamentos pré-germinativos), com 5 repetições de 50 sementes. Foram observados ciclos de dormência nas duas cultivares em estudo, sendo mais evidentes nas sementes submetidas aos tratamentos escarificação ácida e cariopse nua. Houve diferença significativa tanto entre as cultivares quanto entre os tratamentos pré-germinativos, sendo observada a maior porcentagem de germinação nas sementes da cultivar MG5 do tratamento cariopse nua. Pode-se concluir que as sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu apresentam ciclos de dormência. E, que a remoção do envoltório das sementes é um método eficiente na superação da dormência secundária em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu.

#### ABSTRACT

This work aimed to identify the occurrence of dormancy cycles in *Brachiaria brizantha* seeds of cultivars MG5 and Marandu and the effect of pre-germinative treatments in overcoming dormancy. Commercial seeds of *Brachiaria brizantha* from cultivars MG5 and Marandu were packed in sealed plastic bags and stored for 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months in a laboratory environment with a mean temperature of 25°C. At the end of each storage period the seeds were submitted to the pre-germinative treatments (intact, acid scarification and naked caryopsis), followed by Germination Tests in which Average Time of Germination, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds, at the end of the germination test the non-germinated seeds were submitted to the Tetrazolium Test, in which viable seeds were counted. The experimental design was a randomized block (DBC) in a 6x2x3 factorial scheme (6 storage periods x 2 cultivars x 3 pre-germination treatments), with 5 replications of 50 seeds. Dormant cycles were observed in the two cultivars under study, being more evident in the seeds submitted to the treatments acid scarification and naked caryopsis. There was a significant difference between the cultivars and between the pre-germination treatments, with the highest percentage of germination in the

seeds of the MG5 cultivar of the naked caryopsis treatment. It can be concluded that the seeds of *Brachiaria brizantha* of cultivars MG5 and Marandu present cycles of dormancy. And that the removal of the seed coat is an efficient method to overcome secondary dormancy in *Brachiaria brizantha* seeds of cultivars MG5 and Marandu.

## INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Brachiaria* possuem propriedades que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, como, por exemplo, a desuniformidade na emissão das inflorescências nos perfilhos, florescimento irregular dentro das panículas, baixo número de sementes férteis, elevada degrana natural, além de dormência de suas sementes (Bonone et al., 2006).

Em sementes de *Brachiaria brizantha* a elevada porcentagem de germinação é, geralmente, impedida pela dormência que as sementes possuem (Garcia e Cícero, 1992). A dormência de forrageiras geralmente está relacionada a mais de uma causa, tendo forte influência do ambiente na indução e superação dessa dormência. No entanto, estes mecanismos ainda não estão bem elucidados.

Dormência secundária é definida como a dormência em desenvolvimento em sementes após a colheita ou dispersão. Em condição de campo dormência secundária faz parte das mudanças cíclicas no nível de dormência, que muitas vezes seguem um padrão sazonal (Karssen, 1980/81).

A transição entrada e saída da dormência pode continuar em um ciclo por vários anos antes que as sementes germinem, deteriorem, ou então sejam perdidas a partir do banco de sementes do solo (Baskin e Baskin, 1985).

Alguns métodos já vêm sendo utilizados na superação da dormência de sementes de braquiária, mas, poucos são os estudos com relação à ocorrência de ciclos de dormência nesta espécie. Para isso, é fundamental a identificação do mecanismo de dormência que ocorre nesta espécie e dos fatores que estão relacionados, permitindo que sejam adotados métodos mais eficientes na

superação da dormência ou até mesmo métodos que impeçam que seja induzida dormência secundária nas sementes da espécie em estudo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu e o efeito de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Para determinação dos ciclos de dormência, sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu – Safra 13/14, Wolf Seeds®, 12% de umidade – foram acondicionadas em embalagens plásticas seladas e armazenadas por 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em ambiente de laboratório com temperatura média de 25°C (19,6 - 34,1°C).

Ao final de cada período de armazenamento as sementes foram submetidas ao teste de germinação e vigor. Todos os testes foram realizados com as sementes intactas, escarificadas com ácido sulfúrico (10 minutos de imersão) e com a cariopse nua (obtida após remoção manual da pálea e lema) a fim de identificar a ocorrência de dormência.

Seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), as sementes foram submetidas ao teste de germinação em câmaras do tipo BOD com temperatura alternada de 20-35°C e controle de fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. O teste foi conduzido em gerbox, sobre 2 folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada utilizando quantidade correspondente a 2,5 vezes o peso do papel.

As sementes não germinadas, depois de transcorrido o período de duração do teste de germinação, e que se apresentaram sem sinais visíveis de deterioração foram submetidas ao teste de tetrazólio, objetivando determinar a

porcentagem de sementes firmes viáveis, que permaneceram dormentes no final do teste de germinação, nos diferentes tratamentos.

O delineamento experimental adotado foi de Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x2x3 (6 períodos de armazenamento x 2 cultivares x 3 tratamentos pré-germinativos), com 5 repetições. Ao final de cada período de armazenamento as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

**a) Teste de Germinação (TG):** As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias, computando-se o número de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes, para a espécie em estudo, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009);

**b) Primeira contagem de germinação (PCG):** foi conduzida juntamente com o teste de germinação e realizado no 7º dia após a semeadura, computando-se o número de plântulas normais e, os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009);

**c) Tempo Médio de Germinação (TMG):** foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo que as avaliações foram realizadas a cada 3 dias, a partir da semeadura, até o 21º dia após a semeadura. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958);

**d) Teste de Tetrazólio (TZ):** As sementes não germinadas ao final do teste de germinação foram cortadas longitudinalmente e medianamente através do embrião, sendo descartadas a metade de cada semente e colocadas em solução 0,075% de cloreto 2,3,5 trifenil tetrazólio, por duas horas, no escuro e a 40°C (Delouche et al., 1976). Após a coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas imersas em água para a avaliação.

O exame das estruturas da semente foi realizado utilizando o software GroundEyes®. O critério de avaliação seguiu as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) para as sementes de braquiária. As sementes foram classificadas em viáveis e não viáveis e os resultados expressos em porcentagem de sementes viáveis.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), análise de regressão com o auxílio do programa Assistat (Silva, 2017), e as médias foram comparadas utilizando Intervalo de Confiança (IC) a 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização de todas as análises estatísticas verificou-se que não houve ajuste de modelos de regressão significativos que explicassem o comportamento dos dados. As comparações foram então baseadas no intervalo de confiança.

Na análise dos dados referentes ao tempo médio de germinação (TMG), apresentados na figura 1, observa-se que para esta variável houve diferença entre as cultivares quando estas não foram submetidas a tratamentos pré-germinativos, sendo que as sementes intactas de MG5 apresentaram maior TMG quando comparadas a todos os demais tratamentos, durante todo período de armazenamento.

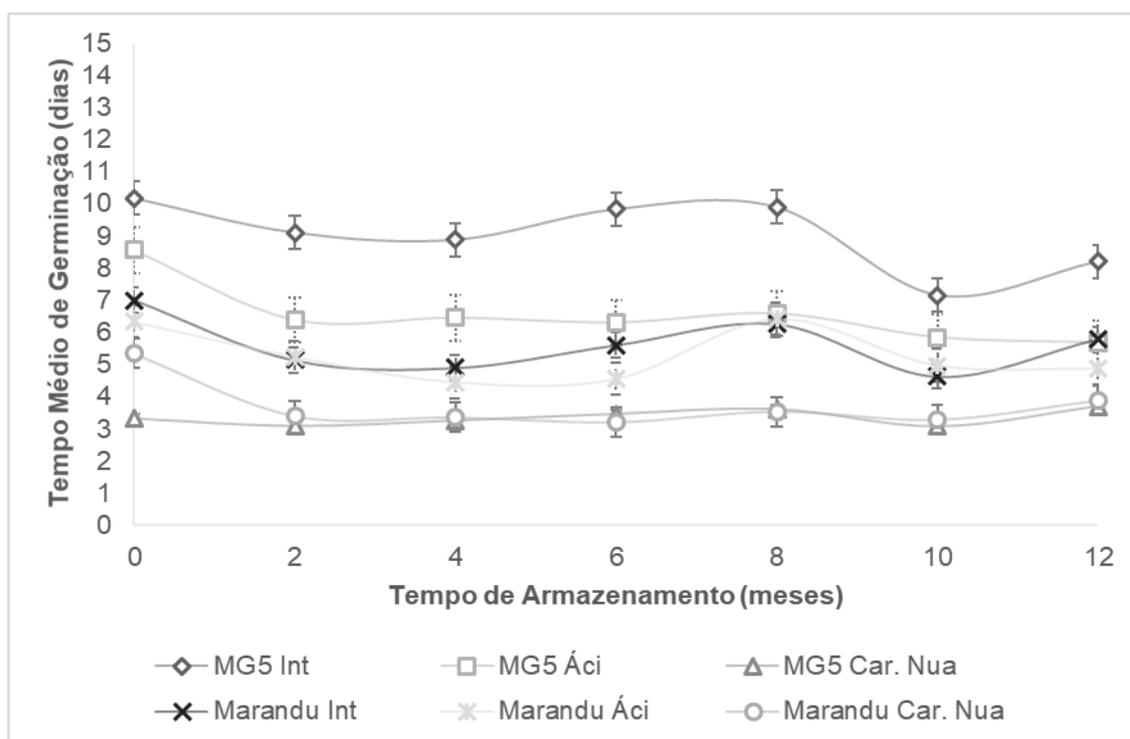


Figura 1 – Tempo Médio de Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

Para sementes escarificadas com ácido foi observada diferença entre as cultivares apenas até o sexto mês de armazenamento. Já para as sementes que tiveram como tratamento pré-germinativo a exposição da cariopse pode-se observar diferença significativa entre as cultivares apenas no início do armazenamento (Tempo 0). O comportamento cíclico pode ser observado nas sementes intactas das duas cultivares em estudo e nas sementes da cultivar Marandu escarificadas com ácido.

Fica evidente com estes resultados que a cariopse nua de braquiária independente da cultivar, germina mais rapidamente do que as sementes com o envoltório, pois a remoção da barreira imposta pela pálea e lema favorece a germinação, acelerando o processo. Por outro lado, o tratamento com ácido foi favorável apenas para as sementes de MG5, uma vez que para as sementes da cultivar Marandu não se observou diferença significativa entre as sementes escarificadas e intactas.

Em *Brachiaria brizantha*, a expressão da dormência se associa a causas físicas, provavelmente relacionadas a restrições impostas pela cobertura da semente (lema, pálea, pericarpo e tegumento) à entrada de oxigênio (Cardoso et al., 2014). Por conseguinte, essa restrição pode apresentar-se em graus diferentes inclusive dentro de um mesmo lote, o que influencia diretamente na efetividade da escarificação ácida como método para superação da dormência, podendo esta ser total ou parcial.

Com relação aos resultados para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação (%PCG) pode observar a ocorrência de comportamento cíclico nas sementes das cultivares em estudo (Figura 2).

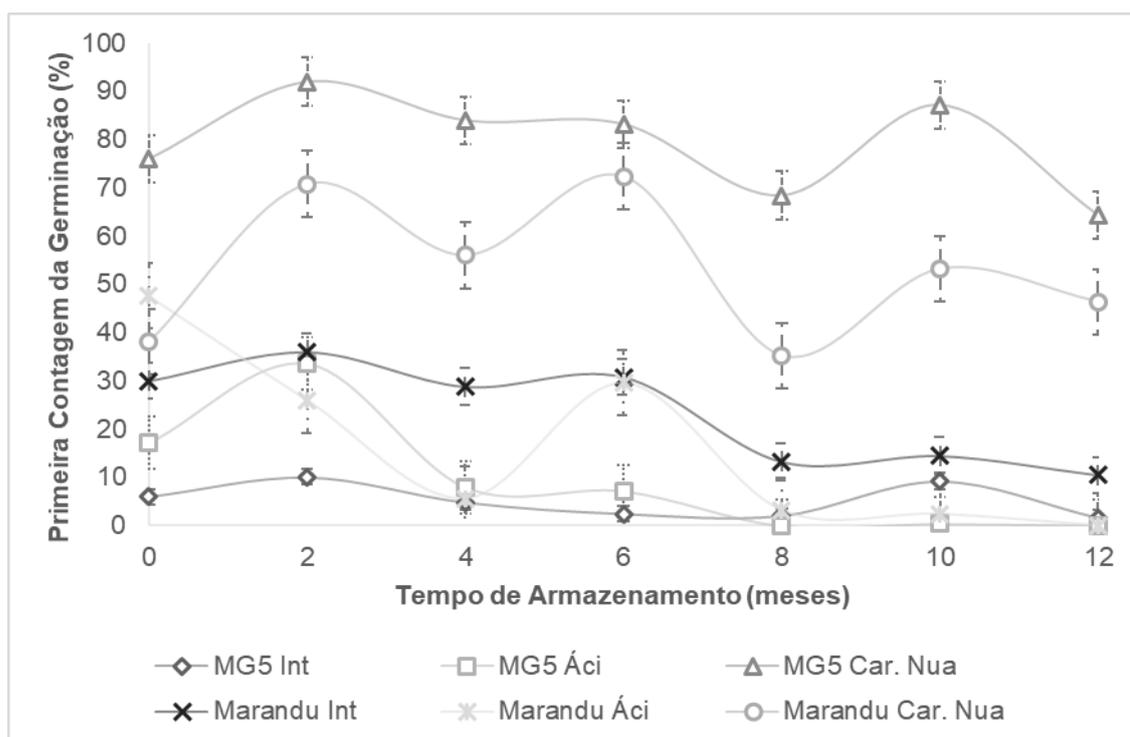


Figura 2 – Porcentagem de Plântulas Normais na Primeira Contagem da Germinação (PCG%) de sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

Ao longo do armazenamento, as sementes que foram submetidas à exposição da cariopse, independente da cultivar, apresentaram os maiores valores de %PCG e também foram as que demonstraram um ciclo de germinação/dormência mais evidente. Isso sugere que os ciclos de dormência não são controlados apenas pela dormência secundária relacionada à barreira física imposta pela cobertura da semente (lema, pálea, pericarpo e tegumento), uma vez que o ciclo de dormência é um mecanismo endógeno que ajuda a regular o tempo para a germinação e, portanto, desempenha um papel no momento de estabelecimento das plântulas em ambientes que variam sazonalmente (Baskin et al., 1993; Baskin e Baskin, 1996).

A %PCG foi maior durante todo o período avaliado nas sementes da cultivar MG5 do tratamento cariopse nua, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As sementes escarificadas quimicamente de ambas as cultivares também apresentaram comportamento cíclico, mas, com valores mais baixos do

que os observados para cariopse nua. Nas sementes da cultivar Marandu o tratamento com ácido foi superior estatisticamente em relação às sementes intactas apenas no tempo zero. Já nas sementes de MG5 as sementes escarificadas com ácido apresentaram maior %PCG em relação às sementes intactas da mesma cultivar até o segundo mês de armazenamento.

É bem sabido que, em muitas espécies de plantas - *Digitalis purpurea* (Vranckx e Vandeloos, 2012); *Digitaria sanguinalis* (Masin et al., 2006); *Echinochloa crus-galli* (Honek et al., 1999; Martinkova et al., 2006), dentre outras (Baskin e Baskin, 2014) nem todas as sementes germinam prontamente após terem sido submetidas às chamadas condições de germinação; em vez disso, germinam em intervalos irregulares, por um período de semanas, meses ou mesmo anos. Para sementes de *Brachiaria* ainda não é conhecido como esses ciclos de dormência se manifestam, qual o intervalo entre eles e quais variações ambientais influenciam no processo de entrada e saída do estado de dormência.

No presente estudo não foi possível observar comportamento cíclico ao longo do período de armazenamento, nas sementes intactas das duas cultivares avaliadas. Diante disso, deve-se considerar que as mudanças nos graus de dormência em função das condições ambientais e as consequentes mudanças nas taxas de germinação ocorrem em velocidade diferente individualmente em sementes dentro de uma mesma população. Provavelmente, porque algumas espécies podem ter sementes que sejam fisiologicamente heterogêneas (Baskin e Baskin, 1998), assim como se observa em sementes de *Brachiaria brizantha*.

Quando analisados os dados de porcentagem de germinação (%G), apresentados na figura 3, novamente observa os maiores valores para as sementes do tratamento cariopse nua para ambas as cultivares, onde também fica evidente os ciclos de germinação/dormência, que nas sementes da cultivar Marandu ocorreu desde o início do armazenamento, já na cultivar MG5 este só foi observado a partir do sexto mês de armazenamento. Essa diferença entre as cultivares provavelmente se deve ao fato de serem sementes produzidas em locais diversos, sob condições distintas e assim estarem em diferentes fases do ciclo de dormência, além da diferença do material genético entre as cultivares.

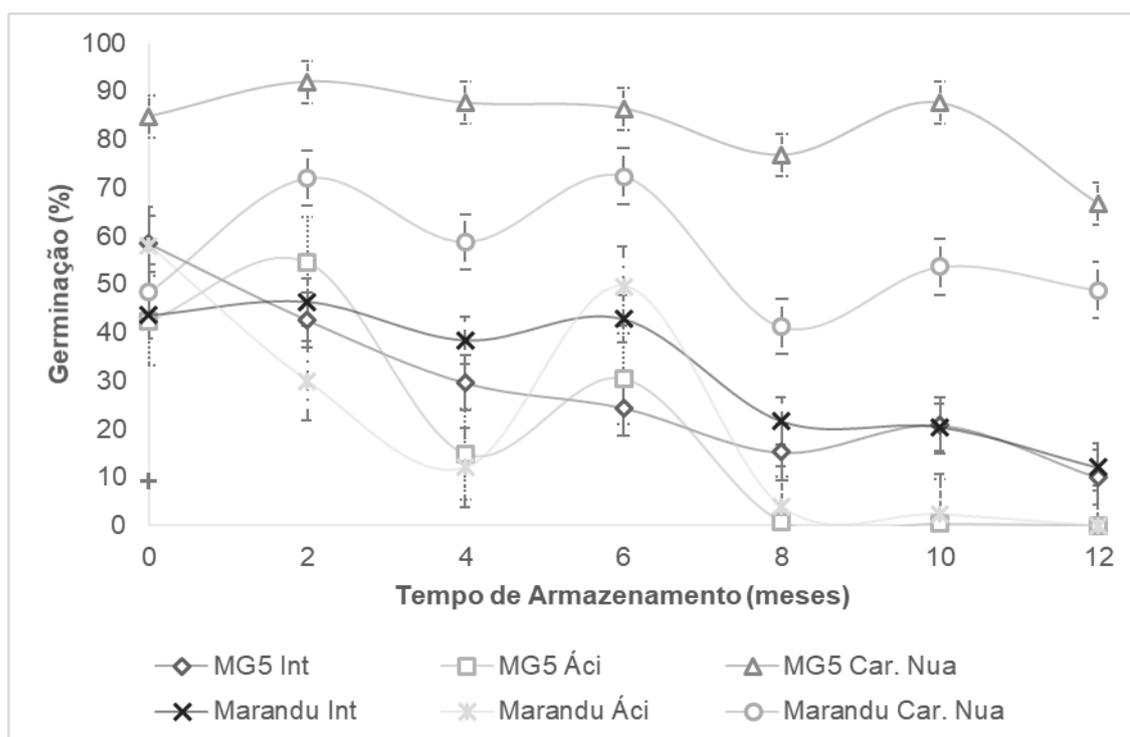


Figura 3 – Porcentagem de Germinação (%G) de sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

No entanto, as sementes escarificadas com ácido já apresentaram comportamento cíclico na %G desde o início do armazenamento para as duas cultivares em estudo, sendo os ciclos interrompidos no oitavo mês de armazenamento quando a %G chegou a zero para ambas as cultivares nas sementes do tratamento com ácido a partir de 8 meses de armazenamento. O tratamento com ácido sulfúrico é muito dependente do grau de dormência que a semente está no momento que é escarificada, e isso varia muito de indivíduo para indivíduo, algumas sementes são mais lentas para superarem o estado de dormência enquanto outras respondem mais rapidamente aos estímulos (Baskin e Baskin, 2014).

Então, ao colocar as sementes escarificadas com ácido para germinar, obtêm plântulas normais, mas também alto percentual de plântulas anormais, sementes não germinadas e sementes mortas. Isso, porque, um determinado tempo de imersão no ácido pode ser suficiente para superar a dormência de um grupo de sementes, e este mesmo tempo pode ser suficiente para matar um outro

grupo de sementes que não apresente dormência naquele momento, e além disso, pode não ser suficiente para superar a dormência de sementes que estejam em um grau mais profundo de dormência. Essas variações de dormência entre indivíduos de uma mesma espécie e mesmo entre sementes de uma mesma amostra têm grande impacto na eficiência dos métodos de superação de dormência.

Não foi possível observar ciclos evidentes de germinação/dormência para as sementes intactas das cultivares em estudo durante o período de armazenamento avaliado. Provavelmente, as sementes utilizadas neste estudo estavam em um grau de dormência, no qual, as condições de armazenamento e suas flutuações ao longo do período estudado não foram suficientes para estimular a saída do estado de dormência.

A ocorrência de ciclos de dormência já foi comprovada por outros autores para inúmeras espécies inclusive da família *Poaceae*, tais como *Alopecurus carolinianus* (Baskin et al., 2000); *Avena fatua* (Murdoch, 1998); *Digitaria ciliaris* (Marks e Nwachuku, 1986; Kobayashi e Oyanagi, 2005); *Digitaria sanguinalis* (Masin et al., 2006); *Echinochloa crus-galli* (Honek e Martinkova, 1999; Martinkova et al., 2006); *Setaria faberi* (Dekker, 2000) entre outras listadas por Baskin e Baskin (2014).

Para os dados de porcentagem de plântulas anormais (%PA) pode observar uma grande variação ao longo do período de armazenamento. (Figura 4). Tal resultado é esperado quando se avalia espécies que possuem sementes com intensidade de dormência variada.

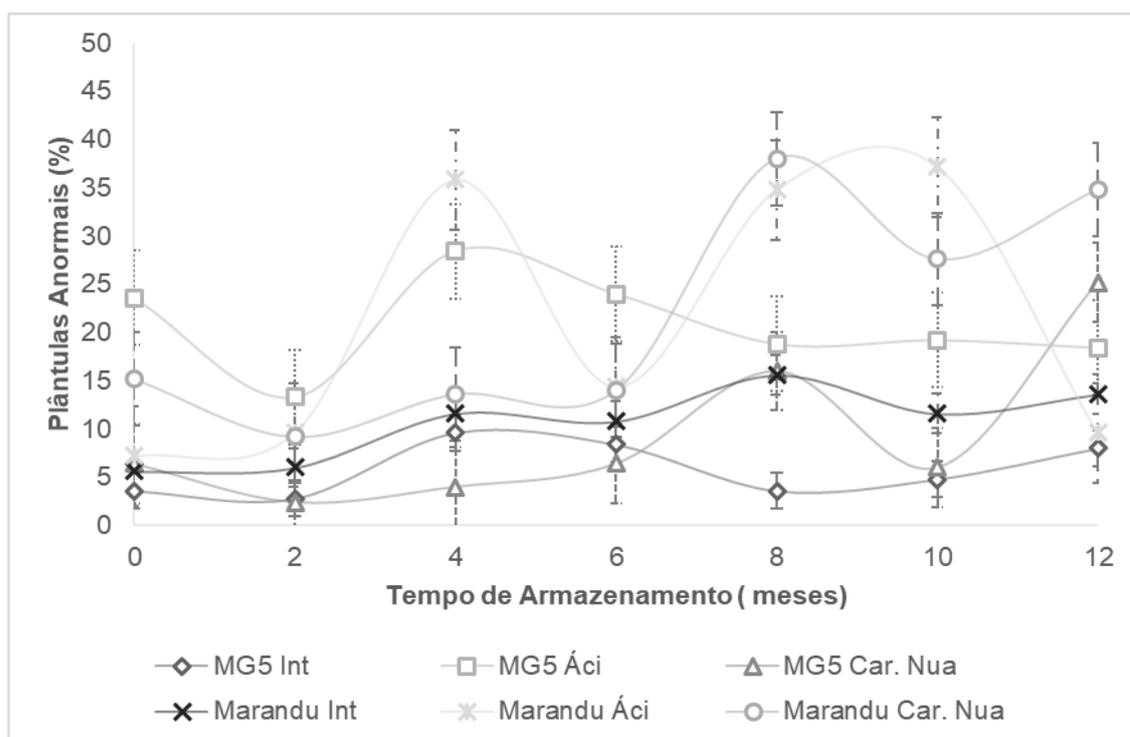


Figura 4 – Porcentagem de Plântulas Anormais (%PA) de sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

Assim como nas características apresentadas anteriormente, o comportamento cíclico para %PA foi mais pronunciado nas sementes escarificadas com ácido e do tratamento cariopse nua, nas duas cultivares avaliadas. Sendo os maiores valores observados para as sementes da cultivar Marandu do tratamento cariopse nua no oitavo mês de armazenamento e para as sementes da mesma cultivar escarificadas com ácido no décimo mês, respectivamente.

A aplicação de métodos para superação da dormência pode acelerar o processo de germinação já que diminui o tempo de embebição, isso é vantajoso para sementes com alto vigor, no entanto, no caso de sementes com baixo vigor, essa redução no tempo para reorganização das membranas celulares, evento necessário para compartimentalização celular (Silva e Villela, 2011) pode ocasionar falhas no processo, dando origem a plântulas com anormalidades.

Além disso, a intensidade de dormência também determina a eficiência dos métodos de superação (Garcia de Santana et al., 2015). E, assim, sementes que

já possuíam a dormência superada quando submetidas a tratamentos como exposição da cariopse ou escarificação ácida podem gerar plântulas anormais ou até mesmo morrerem.

A porcentagem de sementes não germinadas (%SNG) foi influenciada tanto pela cultivar quanto pelo tratamento que as sementes foram submetidas durante o período de armazenamento. (Figura 5). Os menores valores foram observados para as sementes da cultivar MG5 do tratamento cariopse nua, o que demonstra que a remoção do envoltório é um método eficiente para superação da dormência em sementes de braquiária.

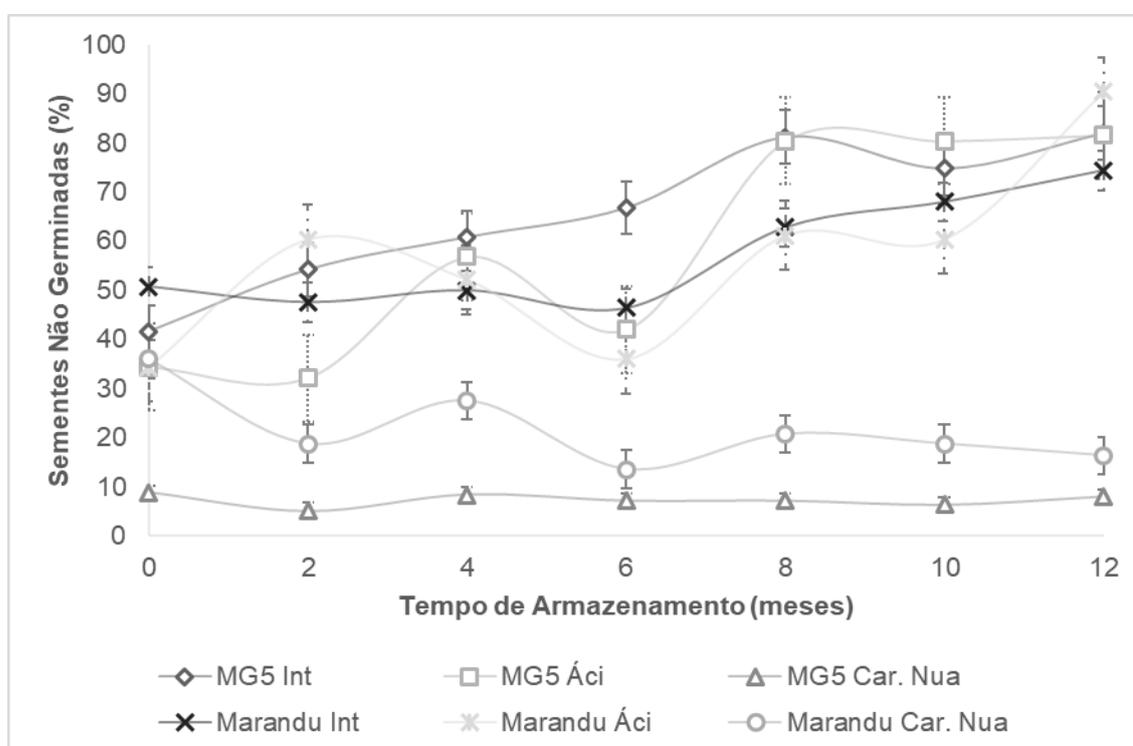


Figura 5 – Porcentagem de Sementes Não Germinadas (%SNG) de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

A ocorrência de ciclo de germinação/dormência foi observada até o oitavo mês, apresentando maiores picos nas sementes escarificadas com ácido tanto da cultivar MG5 como da Marandu. Essa maior variação observada no tratamento com ácido provavelmente se deve ao fato deste tipo de tratamento para superação de dormência ter sua eficiência determinada pela intensidade de

dormência das sementes que estão sendo tratadas, dessa forma, ao longo do armazenamento pode observar uma variação no número de sementes para o qual a escarificação ácida é eficiente na superação da dormência, sendo este correspondente à fase do ciclo de dormência no momento da avaliação.

As sementes que não germinaram podem estar mortas ou dormentes, no caso das cariopses nuas aquelas que não germinaram estavam mortas. Já para as sementes remanescentes no teste de germinação dos tratamentos escarificação ácida e intacta, foi possível observar um percentual de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio (Figura 6).

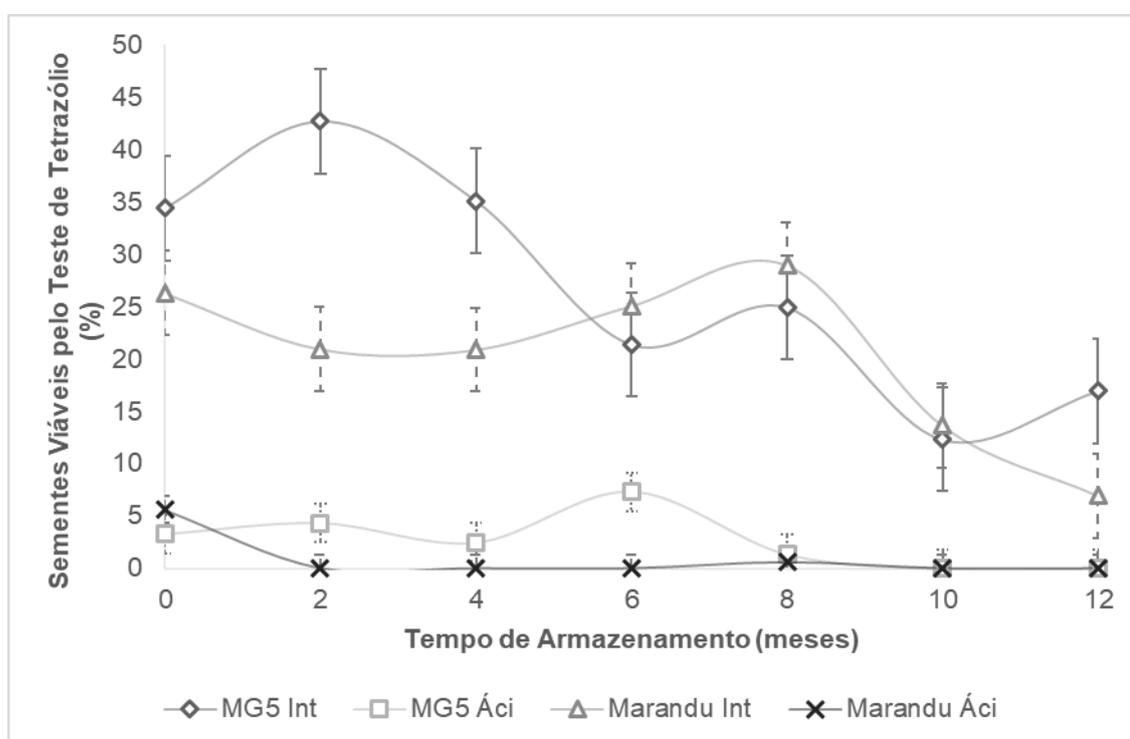


Figura 6 – Porcentagem de Sementes Não Germinadas Viáveis pelo Teste de Tetrazólio (%Viáveis) de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu armazenadas e submetidas a diferentes tratamentos. (Int = Intacta; Áci = Escarificada com ácido sulfúrico; Car. Nua = Cariopse Nua após remoção da palha e lema; I = IC a 95%).

A porcentagem de sementes não germinadas que permaneceram viáveis ao final do teste de germinação foi maior para as sementes intactas de MG5 e Marandu. Com base nesses resultados pode comprovar que grande parte das sementes intactas que não germinaram ao final do teste de germinação estavam

viáveis, portanto, não germinaram devido à dormência secundária, que é a responsável pela ocorrência de ciclos de dormência em sementes.

Observa-se a ocorrência de ciclos de germinação/dormência para as duas cultivares em estudo durante todo o período de armazenamento. As sementes tratadas com ácido, no entanto, apresentaram percentual muito baixo de sementes viáveis, não sendo possível observar a ocorrência de ciclos nessa característica, isso sugere que para os lotes de sementes avaliados nesse estudo, o tempo de escarificação com ácido foi suficiente para superar a dormência de quase totalidade das sementes avaliadas, e em alguns momentos foi além do necessário, matando as sementes que apresentavam menor intensidade de dormência.

Os resultados aqui apresentados não são conclusivos ao nível de caracterizar como ocorre os ciclos de dormência para as cultivares estudadas, é possível apenas afirmar que para essas cultivares de *Brachiaria brizantha* existe a ocorrência de ciclos de dormência. Por esse motivo, faz-se necessário a realização de mais estudos com maior tempo de duração para caracterizar a frequência com que os ciclos se manifestam, qual o intervalo e quais os principais fatores que influenciam.

## CONCLUSÕES

As sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu apresentam ciclos de dormência.

A remoção do envoltório das sementes é um método eficiente na superação da dormência secundária em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu.

## REFERÊNCIAS

- Baskin, J. M., Baskin, C. C. (1985) *The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum*. 25:492-498.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1996) Role of temperature and light in the germination ecology of buried seeds of weedy species of disturbed forests. II. *Erechtites hieracifolia*. *Canadian Journal of Botany*, 74:2002–2005.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1998) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2014) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2nd ed. London: Elsevier.
- Baskin, C. C., Chesson, P. L., Baskin, J. M. (1993) Annual seed dormancy cycles in two desert winter annuals. *Journal of Ecology*, 81:551–556.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M., Chester, E. W. (2000) Studies on the ecological life cycle of the native winter annual grass *Alopecurus carolinianus*, with particular reference to seed germination biology in a floodplain habitat. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 280-290.
- Bonone, L. T. S., Guimarães, R. M., Oliveira, J. A., Andrade, V. C., Cabral, P. S. (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30(3):422- 428.
- Brasil (2009) Ministério da Agricultura. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 399p.
- Cardoso, E. D., Eustáquio de Sá, M., Iwamoto Haga, K., Ferreira da Silva Binotti, F., Nogueira, D. C., Valério Filho, W. V. (2014). Desempenho fisiológico e superação

de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1).

Dekker, J. (2000) Emergent weedy foxtail (*Setaria spp.*) seed germinability behavior. *Seed biology: advances and applications*, 411-423.

Delouche, J. C., Still, T. W., Raspet, M., Lienhard, M. (1976) *O teste de tetrazólio para viabilidade da semente*. Brasília: AGIPLAN, 103p.

Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, 71:428-434.

Garcia, J., Cícero, S. M. (1992) Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 49(1):9-13.

Garcia de Santana, D., Pereira, V. J., Almeida Leite Brandão, N., Alves Lobo, G., Castro Martins, M. (2015). Intensidade da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.(Fabaceae). *Interciencia*, 40(10).

Honek, A., Martinková, Z. (1999) Seed pre-treatment effects on *Echinochloa crus-galli* seed dormancy and germination. *Biologia*, 54(4):423-429.

Karssen, C. M. (1980-1981) Environmental condition and endogenous mechanism involved in secondary dormancy of seeds. *Israel J. Bot.*, 29:45-64.

Kobayashi, H., Oyanagi, A. (2005) *Digitaria ciliaris* seed banks in untilled and tilled soybean fields. *Weed biology and management*, 5(2):53-61.

Marks, M. K., Nwachuku, A. C. (1986) Seed-bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research*, 26(3):151-158.

- Martinkova, Z., Honek, A., Lukas, J. (2006) Seed age and storage conditions influence germination of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed science*, 54(2):298-304.
- Masin, R., Zuin, M. C., Otto, S., Zanin, G. (2006) Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research*, 46(5):362-370.
- Murdoch, A. J. (1998) Dormancy cycles of weed seeds in soil. *Aspects of Applied Biology* (United Kingdom).
- Silva, F. A. S. (2017) *ASSISTAT: Versão 7.7* pt. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de março de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 15 de maio de 2017.
- Silva, K. R. G., Villela, F. A. (2011). Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2), 331-345.
- Vranckx, G., Vandeloos, F. (2012) A season-and gap-detection mechanism regulates seed germination of two temperate forest pioneers. *Plant Biology*, 14(3):481-490.

### 3.2 CICLOS DE DORMÊNCIA E COMPOSIÇÃO MINERAL EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* cv. MG5

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas. Sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD. O delineamento experimental adotado foi de Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x3 (6 períodos de armazenamento x 3 temperaturas) + 1 tratamento adicional, com 5 repetições. Em cada período de armazenamento as sementes foram submetidas ao Teste de Germinação no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não-Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não-germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio, no qual contabilizou-se sementes viáveis. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio. Foi observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas

sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Houve variação nos teores de boro e zinco, coerentes com as alterações observadas no vigor das sementes. Pode-se concluir que as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante estes ciclos.

## ABSTRACT

This work aimed to identify the occurrence of dormancy cycles and the effect of storage on B, Zn and Mo levels in *Brachiaria brizantha* cv. MG5 stored at different temperatures. Commercial seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG5 were packed in plastic bags and stored for 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months at 3 temperatures: 10°C - Cold chamber; 25°C - Laboratory Environment; 40°C - BOD. The experimental design was a randomized block (DBC) in a 6x3 factorial scheme (6 storage periods x 3 temperatures) + 1 additional treatment with 5 repetitions. In each storage period the seeds were submitted to the Germination Test in which Average Germination Time, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds, at the end of the germination test the non-germinated seeds were evaluated submitted to the Tetrazolium Test, in which viable seeds were counted. The boron, zinc and molybdenum contents were also determined. Cyclic behavior was observed in germination and vigor results, most evident in seeds stored at temperatures of 10°C and 25°C. There was variation in the boron and zinc contents, consistent with the observed changes in seed vigor. It can be concluded that the seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG5 present dormancy cycles and these are influenced by the storage temperature. And that the contents of B, Zn and Mo have changes during these cycles.

## INTRODUÇÃO

As sementes de braquiária possuem dificuldade para germinar tanto em laboratório quanto em campo, e o principal fator que contribui para isso é a ocorrência de dormência inata ou natural (Lago e Martins, 1998). A dormência na grande maioria das espécies forrageiras não tem causa única, normalmente, essa apresenta mais de uma causa combinada (Previero et al., 1998).

Sementes que estão dormentes no momento da liberação da planta-mãe podem então sair da dormência e germinarem, se as condições forem favoráveis. Se as condições forem inadequadas, a germinação é inibida e as sementes podem então entrar em dormência secundária (Bewley e Black, 1982). Sementes que estão não dormentes no momento da liberação da planta-mãe também podem se tornar dormentes se a germinação é inibida (Karssen, 1980/81). A transição, entrada e saída da dormência, pode continuar em um ciclo por vários anos antes que as sementes germinem, deterioreem, ou então sejam perdidas a partir do banco de sementes do solo (Baskin e Baskin, 1985; Finkelstein et al., 2008). Além disso, as sementes com dormência intermediária germinam lentamente ou sob uma gama mais estreita de condições de luz e temperatura (Hilhorst, 2007).

Esse comportamento também pode ser observado em sementes armazenadas em condições de laboratório e a dormência secundária não está relacionada com a deterioração das sementes. E, provavelmente reflete uma insensibilidade geral a vários indutores externos e internos de germinação (Karssen, 1980/81). Sendo a temperatura de armazenamento um fator de grande importância, uma vez que a temperatura afeta a germinação total, a velocidade de germinação, a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas, que determinam todo o processo germinativo (Carvalho e Nakagawa, 2012).

O teor de alguns nutrientes minerais na semente, como boro (B), zinco (Zn) e molibdênio (Mo) também influencia diretamente no vigor das sementes e na capacidade de gerar plântulas normais durante a germinação. No entanto, esse teor varia entre espécies, cultivares e depende das condições do ambiente em que a semente é produzida (Carvalho e Nakagawa, 2012). Com base nisso, o conhecimento da composição química da semente é de interesse prático em

tecnologia de sementes, pois tanto a germinação como o potencial de armazenamento, são influenciados pelo conteúdo dos compostos presentes nas mesmas (Maeda et al., 1986; Nakagawa et al., 1990; Rossetto, 1993).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes e no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Para o armazenamento, sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 – Safra 13/14, Lote 035/14, Wolf Seeds®, 12% de umidade – foram acondicionadas em embalagens plásticas e seladas com o auxílio de seladora sem a aplicação de vácuo. Para o controle do armazenamento, foram realizadas todas as análises com as sementes antes do armazenamento (Tempo 0), e em seguida as sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C (9 - 16°C) – Câmara fria; 25°C (19,6 - 34,1°C) – Ambiente de Laboratório; 40°C (35 - 40°C) – BOD.

O delineamento experimental adotado foi de Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x3 (6 períodos de armazenamento x 3 temperaturas) + 1 tratamento adicional, com 5 repetições. Ao final de cada período de armazenamento as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

**Teste de Germinação** – De acordo com as Regras para Análises de Sementes (RAS) (Brasil, 2009), o teste de germinação foi realizado em câmaras do tipo BOD com temperatura alternada de 20-35°C e controle de fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. Foram utilizadas gerbox com 2 folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada em um volume correspondente a 2,5 vezes o

peso do papel. O teste foi conduzido com 5 repetições de 50 sementes por tratamento.

Com as seguintes avaliações: Teste de Germinação (TG): As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias, computando-se o número de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS, para a espécie em estudo, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); Primeira contagem de germinação (PCG): foi conduzida juntamente com o teste de germinação e realizada no 7º dia após a sementeira, computando-se o número de plântulas normais, com os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); Tempo Médio de Germinação (TMG): foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo que as avaliações foram realizadas a cada 3 dias a partir da sementeira até o 21º dia após a sementeira. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958).

Ao final do TG, as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio (TZ) (Delouche et al., 1976; Brasil, 2009), sendo contabilizada a porcentagem de sementes viáveis (V%).

**Determinação dos teores de nutrientes** - Para determinar os teores de B, Zn e Mo as sementes foram secas a 40°C em estufa de ventilação forçada por 72 horas e posteriormente maceradas em almofariz com o auxílio do pistilo, foram então pesadas 250 mg de cada repetição para realização das análises. Os teores dos nutrientes foram determinados usando plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu, após digestão com HNO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em sistema de digestão aberta (Peters, 2005).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), análise de regressão com o auxílio do programa Assistat (Silva, 2017), e as médias foram comparadas utilizando Intervalo de Confiança (IC) a 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização de todas as análises estatísticas verificou-se que não houve ajuste de modelos de regressão significativos que explicassem o

comportamento dos dados. As comparações foram então baseadas no intervalo de confiança.

O Tempo Médio de Germinação (TMG) obteve uma média geral de 8,8 dias para germinar (Figura 1) e apresentou um comportamento cíclico ao longo do tempo, com redução nos 4 primeiros meses de armazenamento independente do ambiente em que as sementes estavam armazenadas e elevação a partir do sexto mês com nova queda no décimo mês de armazenamento para as temperaturas de armazenamento de 10 e 25°C, demonstrando o efeito cíclico da dormência sobre esta variável.

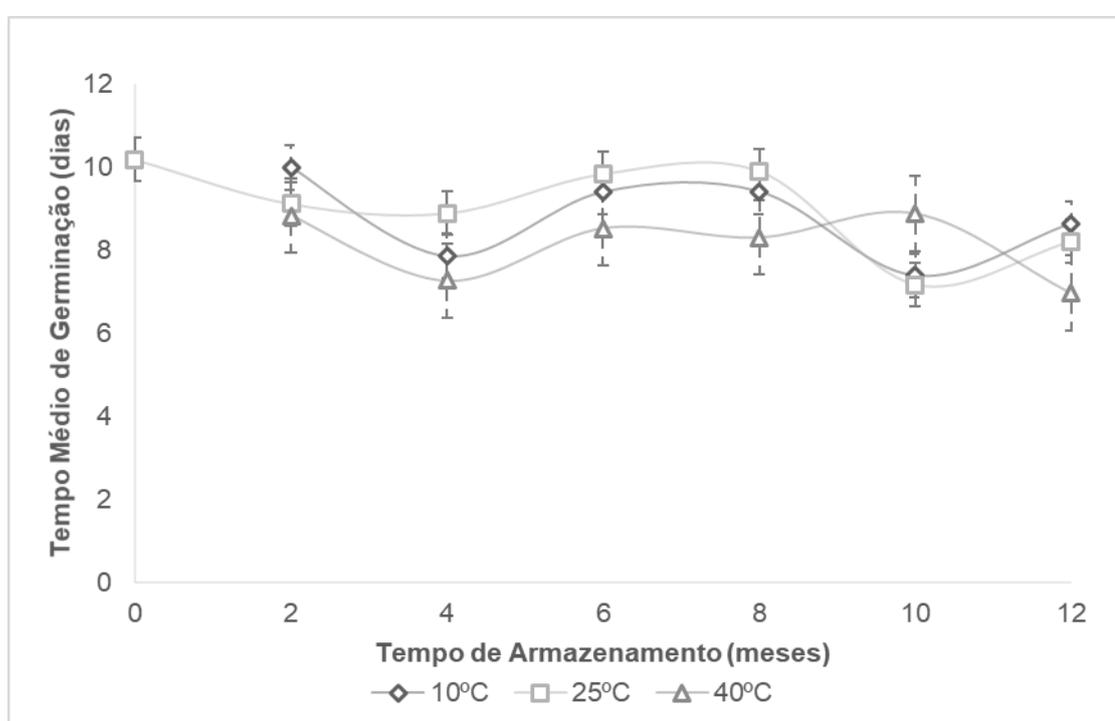


Figura 1 –Tempo Médio de Germinação (TMG) expresso em dias para germinar sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Estes resultados demonstram que a temperatura de armazenamento não afeta o comportamento cíclico das sementes para a variável TMG. Esse comportamento cíclico é esperado quando se trabalha com uma espécie na qual as sementes apresentam maturação desuniforme na panícula e, portanto, são colhidas em diferentes graus de maturidade fisiológica (Previero et al. 1998; Maschietto et al., 2003; Bonone et al., 2006). Essa heterogeneidade na maturação das sementes acarreta uma produção de sementes com intensidade de

dormência variada, e esta vai sendo modificada ao longo do armazenamento em função das condições ambientais a que as sementes são submetidas (Finch-Savage e Leubner-Metzger, 2006).

Na Primeira Contagem da Germinação (PCG%), houve efeito da temperatura de armazenamento sobre a resposta das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, sendo que este efeito só foi significativo no segundo mês, quando as sementes a 25°C apresentaram a maior PCG%, e após o décimo mês de armazenamento, quando aos 10 meses observou uma superioridade na PCG% das sementes armazenadas a 10°C e 25°C, e aos 12 meses apenas as sementes a 10°C apresentaram PCG% maior que as demais temperaturas avaliadas (Figura 2).

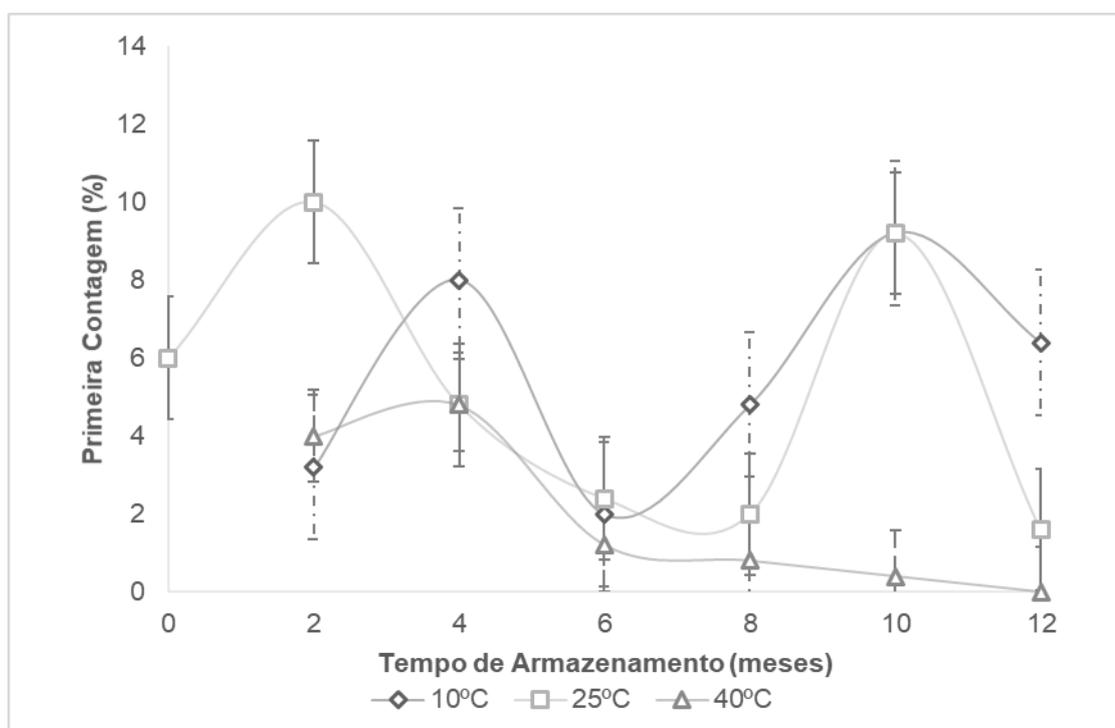


Figura 2 – Porcentagem de Plântulas Normais na Primeira Contagem da Germinação (PCG%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Observou novamente um comportamento cíclico assim como observado para o TMG, no entanto, para PCG% as sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C apresentaram tal comportamento. Já as sementes armazenadas na temperatura mais alta do teste (40°C) apresentaram um início do comportamento cíclico até o sexto mês, e a partir daí um declínio na PCG% até o

final do período de armazenamento. Isso ocorreu provavelmente porque depois de 6 meses de armazenamento a deterioração provocada pela alta temperatura superou o comportamento cíclico, suprimindo-o.

As sementes ao longo do tempo tendem a perder gradativamente seu vigor, a velocidade com que isso ocorre depende de inúmeros fatores internos e externos. A degradação química de componentes de sementes, provavelmente, ocorre por danos oxidativos, mas a taxa dessas reações é dominada por propriedades da semente que são afetadas, principalmente, pela temperatura e umidade (Walters et al., 2010). A perda de vigor significa também a redução na capacidade de a semente germinar e dar origem a uma plântula normal, já que a perda de viabilidade resulta em alterações químicas e/ou estruturais irreversíveis nos constituintes celulares. (Walters et al., 2010).

Por outro lado, as sementes armazenadas a 10°C e 25°C parecem não ter apresentado perda significativa do vigor, pois apresentaram ciclos com picos bem evidentes durante todo o período avaliado, e, portanto, a queda na PCG% em alguns meses do armazenamento nas sementes armazenadas nessa temperatura parece ser mais devido à ocorrência de dormência secundária. Considerando que a resposta das sementes aos sinais ambientais muitas vezes depende do estado de dormência interno (fisiológico) das sementes (Derks e Karssen, 1993; Batlla e Benech-Arnold, 2005). Desse modo, a germinação só ocorre quando há uma sobreposição entre o estado interno de dormência da semente e as condições ambientais prevaletentes (Vleeshouwers et al., 1995).

Para porcentagem de germinação (G%) houve diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento. Sendo, a maior G% observada nas sementes armazenadas a 10°C durante todo o período avaliado, na qual se observa um comportamento cíclico mais evidente a partir do sexto mês de armazenamento (Figura 3).

As sementes armazenadas a 25°C apresentaram redução significativa na G% a partir do segundo mês de armazenamento, não apresentando diferença das armazenadas a 40°C no sexto mês, quando teve início um comportamento cíclico na G% das sementes a 25°C.

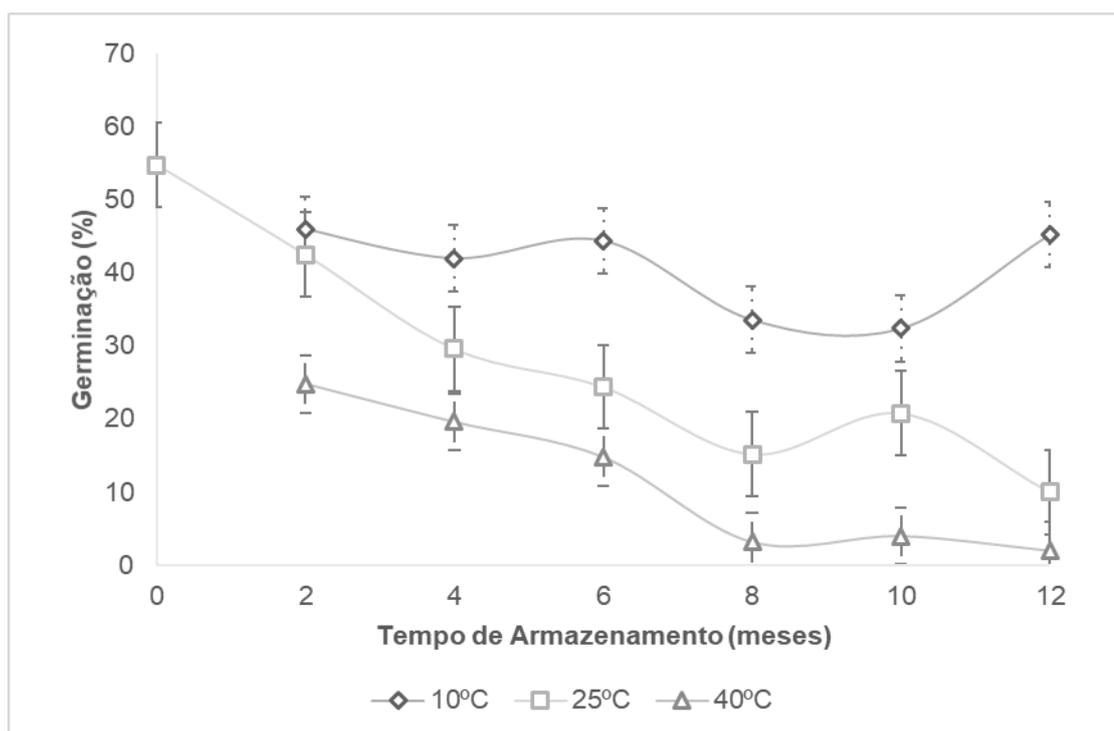


Figura 3 – Porcentagem de Germinação (G%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Esse comportamento cíclico só não foi observado nas sementes armazenadas na temperatura de 40°C, que apresentaram uma queda significativa na G% com apenas 2 meses de armazenamento, não apresentando recuperação na G% durante o período testado. Provavelmente devido à alta temperatura que potencializou a deterioração das sementes, reduzindo o vigor e a viabilidade (Figuras 1, 2 e 6), e dessa forma impedindo que as sementes dessem origem a plântulas normais.

Vranckx e Vandeloek (2012) trabalhando com sementes de *Digitalis purpurea* e *Scrophularia nodosa* retiradas periodicamente do banco de sementes do solo, observaram efeito da temperatura na germinação das sementes e na ocorrência de ciclos de dormência, comportamento também observado no presente estudo. Os autores observaram ainda que as duas espécies responderam de forma diferente aos sinais ambientais, sendo para *D. purpurea* a luz o fator determinante, enquanto para *S. nodosa* a flutuação de temperatura apresentou maior influência.

Masin et al. (2006) avaliando a viabilidade e a ocorrência de dormência em sementes de 4 gramíneas durante 3 anos, observaram o típico ciclo de dormência das espécies anuais de verão em *Digitaria sanguinalis*, *Setaria glauca* e *Setaria*

*viridis*. Comportamento similar ao observado no presente estudo apesar de a braquiária ser uma gramínea perene.

Para comparações com relação à ocorrência de ciclos de dormência tanto entre espécies quanto dentro da mesma espécie é fundamental considerar o fato de que cada unidade de semente apresenta uma resposta diferente às variações do meio, conseqüentemente, graus de deterioração, dormência e vigor diferentes com o passar do tempo (Walters et al., 2010; Shaban, 2013).

Na Figura 4 pode ser observado o efeito do tempo e temperatura de armazenamento sobre a porcentagem de plântulas anormais (PA%), as sementes de MG5 apresentaram uma variação significativa na PA% ao longo do período de armazenamento, na qual se observou um comportamento cíclico, assim como para o TMG e para PCG% (10°C e 25°C).

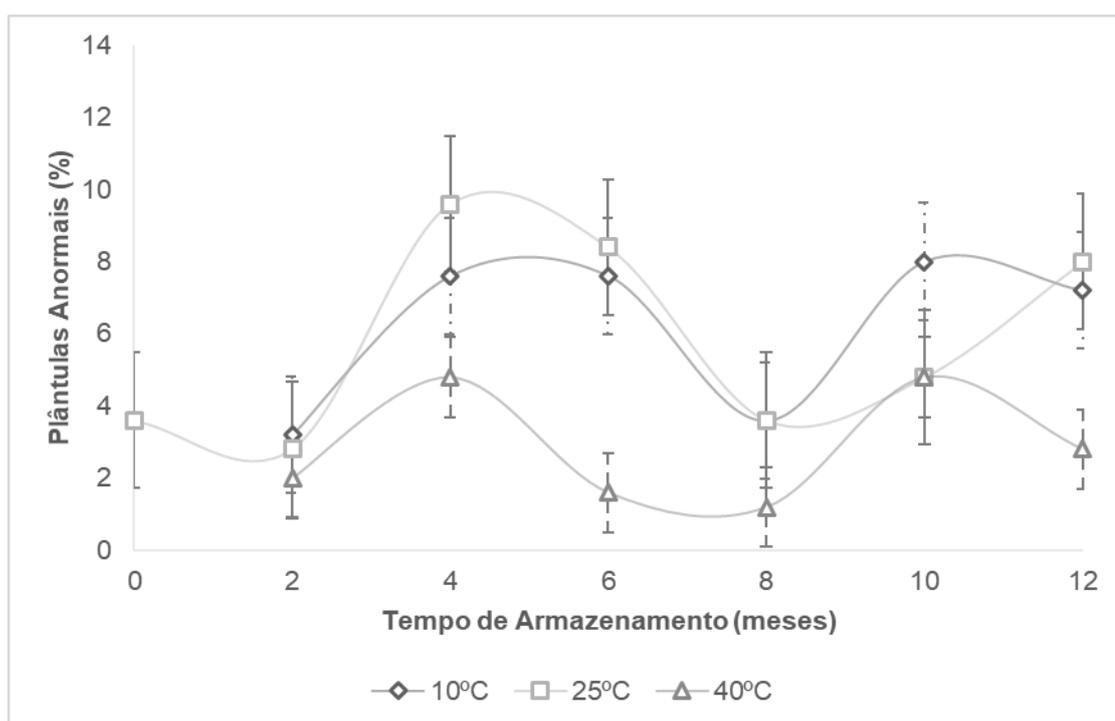


Figura 4 – Porcentagem de Plântulas Anormais (PA%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

As sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C apresentaram aumento e redução significativos nos percentuais de plântulas anormais ao longo do armazenamento, com valores superiores aos ciclos observados nas sementes armazenadas a 40°C. Provavelmente porque os efeitos das temperaturas mais baixas não foram suficientes para impedir as sementes de

germinarem, no entanto, fizeram com que estas gerassem plântulas anormais. Por outro lado, a temperatura mais alta (40°C) parece ter um efeito mais drástico, reduzindo a germinação, e por isso, apresentando um menor percentual de plântulas anormais.

A temperatura de armazenamento também influenciou na porcentagem de sementes não germinadas (SNG%). (Figura 5). As sementes armazenadas nas temperaturas de 25°C e 40°C apresentaram um aumento para SNG% ao longo do período de armazenamento, enquanto na temperatura de 10°C houve uma pequena variação ao longo do tempo.

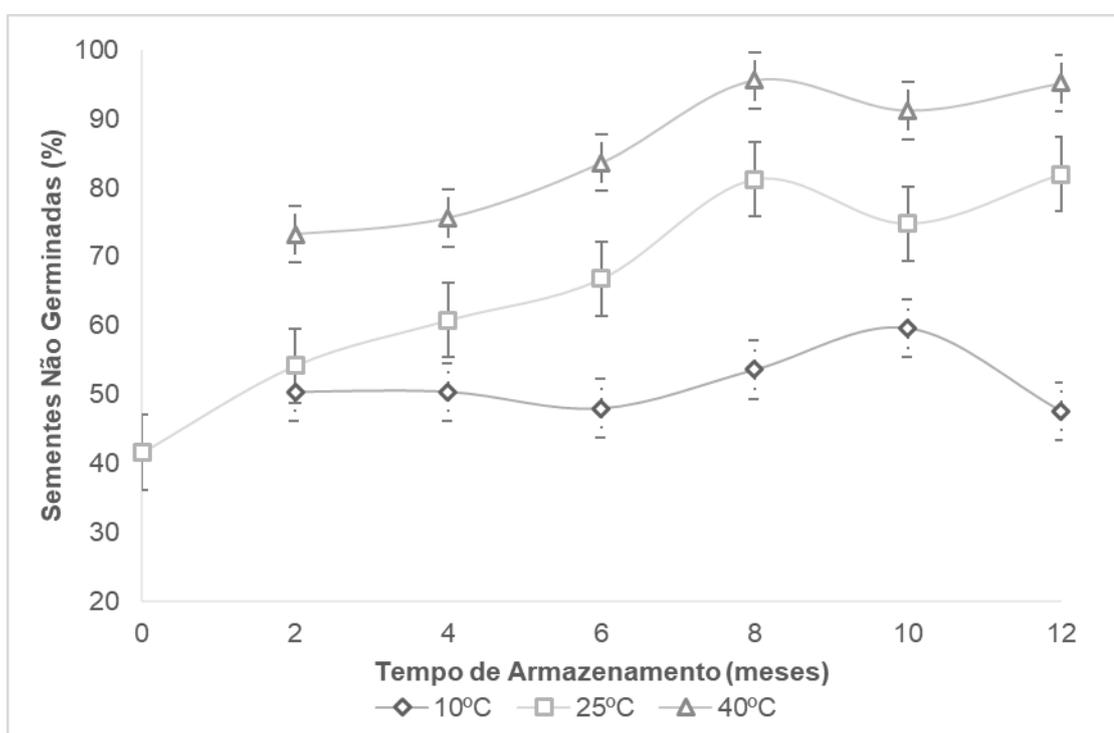


Figura 5 – Porcentagem de Sementes Não Germinadas (SNG%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Com 2 meses de armazenamento as sementes a 40°C já apresentaram um percentual de SNG significativamente mais alto do que as demais temperaturas, nas quais só foi observada diferença significativa no quarto mês de armazenamento, quando as sementes a 25°C apresentaram significativa diferença para as sementes armazenadas a 10°C na SNG%.

Quando se trata do estudo de ciclos de dormência, pouco se discute sobre a porcentagem de plântulas anormais e de sementes não germinadas. A abordagem geralmente está em torno do número de plantas obtidas, o que corresponde à porcentagem de plântulas normais no teste de germinação. É preciso ressaltar a importância de considerar também o que aconteceu com as sementes que não geraram uma plântula normal, e, além disso, verificar a viabilidade das sementes que não germinaram, e só então, poder afirmar a ocorrência de ciclos de dormência.

No presente estudo, apesar da alta porcentagem de sementes não germinadas, uma parcela significativa destas sementes permaneceu viável durante o armazenamento (Figura 6) característico de ciclos de dormência. E, assim como a SNG%, a porcentagem de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio (V%) também apresentou diferença entre as temperaturas de armazenamento.

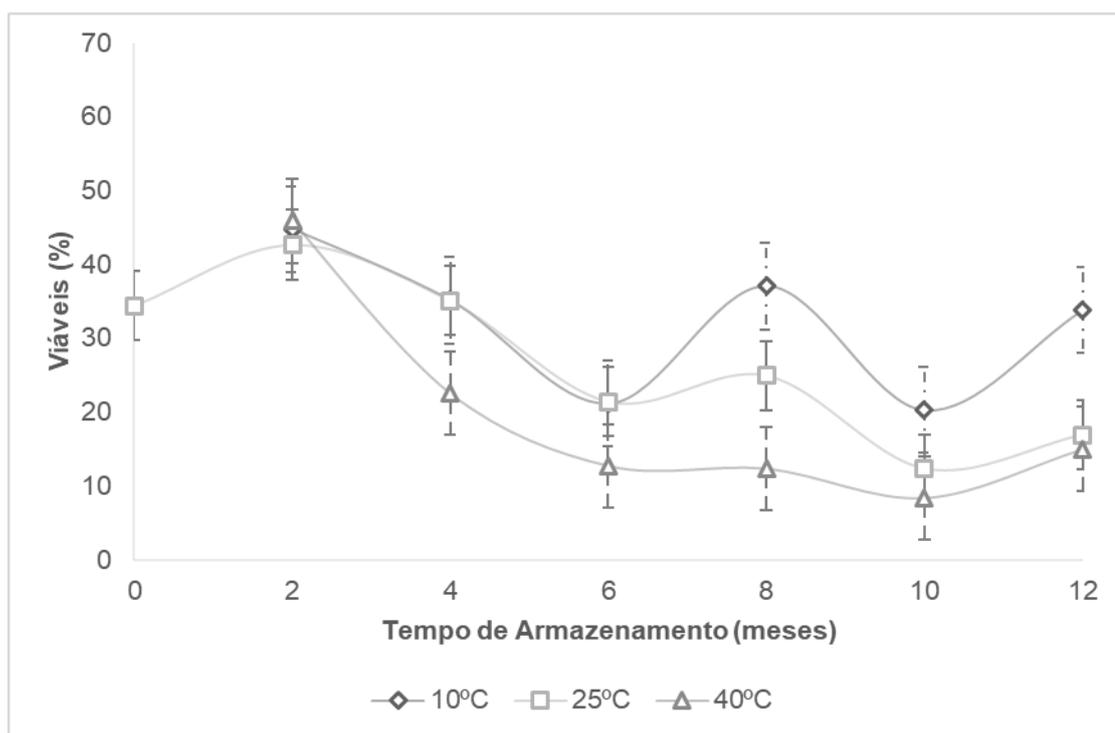


Figura 6 – Porcentagem de Sementes Não Germinadas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 Viáveis (V%) pelo Teste de Tetrazólio (I = IC a 95%).

Até o sexto mês de armazenamento não foi observada diferença na V% entre as sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Enquanto as armazenadas à 40°C já apresentaram diferença no quarto mês com uma V% inferior às demais temperaturas. No oitavo mês houve diferença significativa na

V% entre as temperaturas, sendo  $10^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C} > 40^{\circ}\text{C}$ , já no final do armazenamento apenas as sementes armazenadas a  $10^{\circ}\text{C}$  apresentaram diferença significativa na V%, mostrando-se superior às demais temperaturas testadas.

A temperatura é um dos fatores determinantes na perda de viabilidade de sementes armazenadas, pois há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura, com conseqüente aumento na deterioração das sementes (Silva, 2008). Somado a isso, a mudança de temperatura é o principal fator ambiental que controla o estado de dormência fisiológica das sementes (Vranckx e Vandeloock, 2012).

Com relação aos teores dos nutrientes minerais analisados no presente estudo, observou-se que o teor de B apresentou variação ao longo do tempo de armazenamento (Figura 7), com uma queda expressiva do quarto para o sexto mês, voltando a subir nos meses seguintes, para todas as temperaturas.

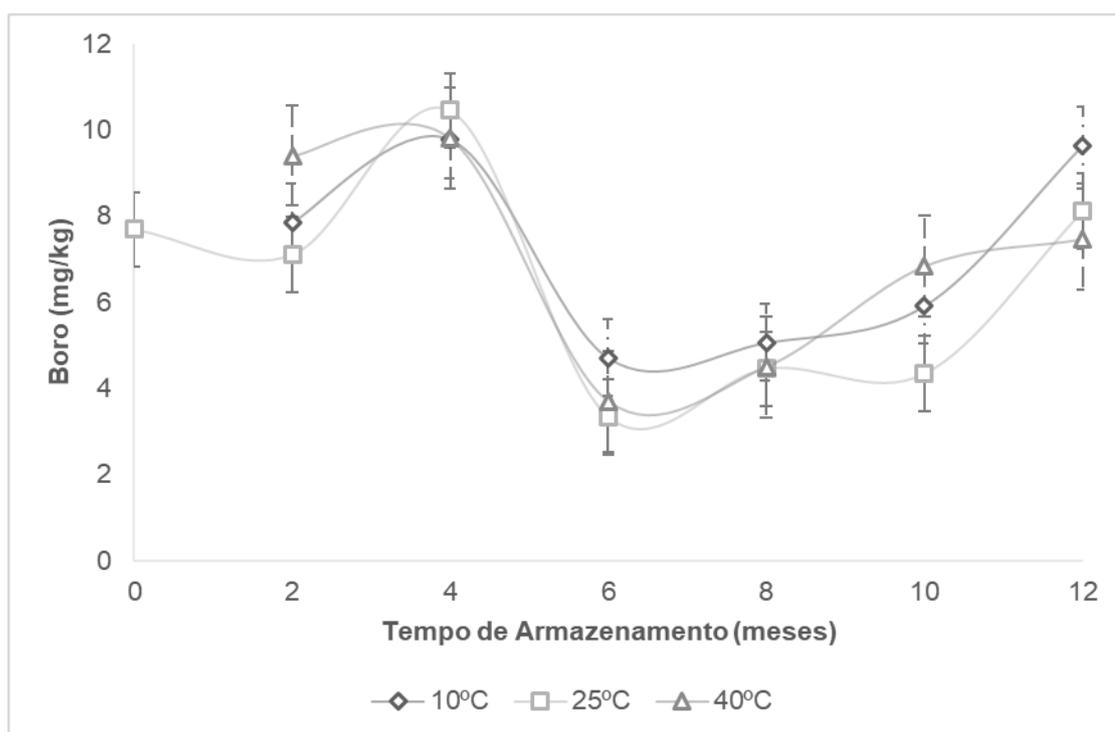


Figura 7 – Teor de Boro (B) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

O B armazenado nas sementes contribui para o crescimento inicial das plantas, especialmente quando o fornecimento externo é limitado, como foi constatado por Uruguchi e Fujiwara (2011) em estudo com sementes de arroz.

Provavelmente porque o B exerce sua principal influência na parede celular e na interface membrana plasmática/parede celular. Dessa forma, os efeitos primários da deficiência de B são as mudanças na parede celular e nesta interface, levando a uma cascata de efeitos secundários no metabolismo, crescimento e composição da planta (Cakmak e Rengel, 2012).

Com base nos resultados do presente estudo, o B parece exercer efeito também sobre o vigor de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, no entanto, a variação nos teores não foi limitante para a germinação desta espécie. Bell et al. (1989), estudando sementes de *Vigna mungo*, verificaram que as sementes com a menor concentração de B apresentaram menor viabilidade e produziram uma alta porcentagem de plântulas anormais.

Ainda, de acordo com Rerkasem et al. (1997), avaliando a relação do teor de B com a germinação de sementes de soja, observaram que baixas concentrações de B nas sementes são correlacionadas com embriões defeituosos, o que impede a germinação das sementes ou gera plântulas anormais.

Para o elemento Zn, não houve grandes alterações nos 6 primeiros meses de armazenamento, tão pouco houve diferença entre as temperaturas de armazenamento (Figura 8).

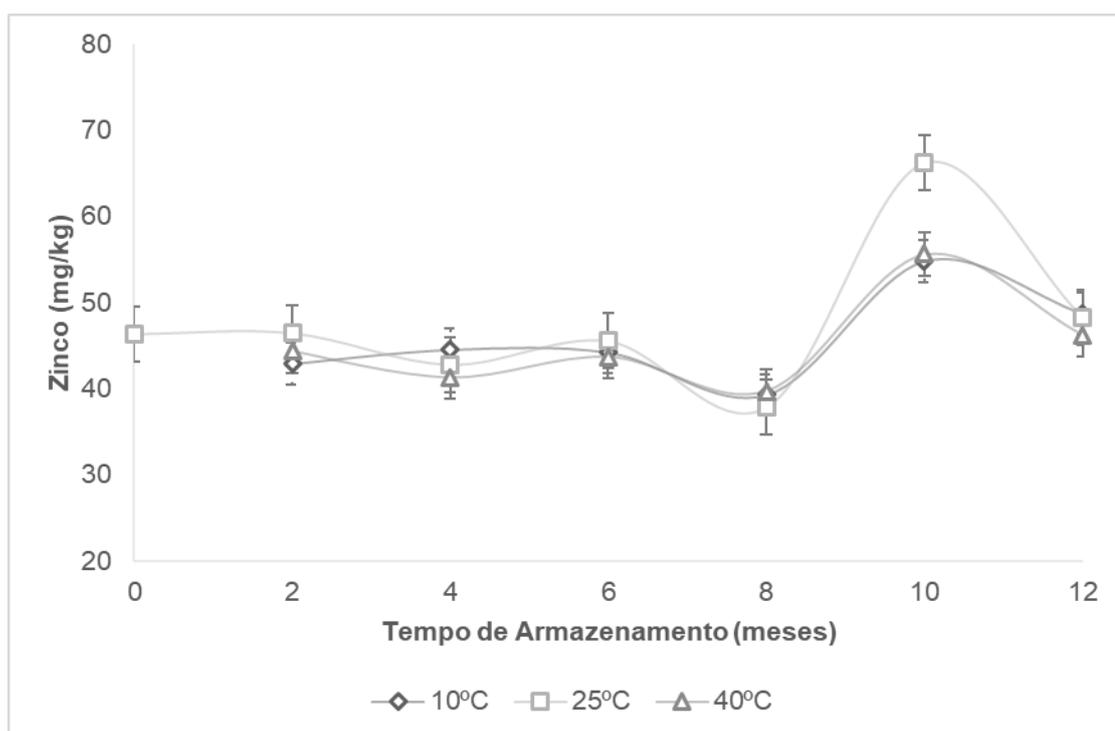


Figura 8 – Teor de Zinco (Zn) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

No oitavo mês houve uma leve queda no teor de Zn seguido por um aumento expressivo no teor deste nutriente com 10 meses de armazenamento. Esse pico no décimo mês coincide com o aumento observado na PCG% nas sementes armazenadas nas temperaturas mais baixas (10°C e 25°C).

Tal comportamento pode ser devido às funções que o Zn exerce, tais como síntese de proteínas, estrutura e funções da membrana, expressão gênica e tolerância ao estresse oxidativo (Cakmak, 2000). Oltmans et al. (2005) avaliando sementes de soja observaram que sementes com baixo teor de Zn demonstram ter menor vigor e conseqüentemente um baixo estabelecimento de plântulas, resultados que corroboram com os observados no presente estudo.

Altas concentrações de Zn nas sementes parecem ser de importância crítica na proteção da germinação e no desenvolvimento das plântulas contra infecção por agentes e no aumento da tolerância a diferentes fatores de estresse ambiental como a seca, temperaturas extremas e salinidade (Welch, 1986, 1999; Oltmans et al, 2005).

O teor de Mo nas sementes é altamente variável, e geralmente, maior nas leguminosas do que nas gramíneas. E, é o único entre os elementos essenciais em que as sementes normais de algumas plantas podem armazenar mais do que é exigido pela planta da próxima geração. (Meagher et al., 1952). No presente estudo o teor de Mo manteve-se quase constante durante todo o período de armazenamento (Figura 9), tendo apresentado uma redução apenas aos 2 meses de armazenamento, com aumento no teor apenas no final do armazenamento, com 12 meses.

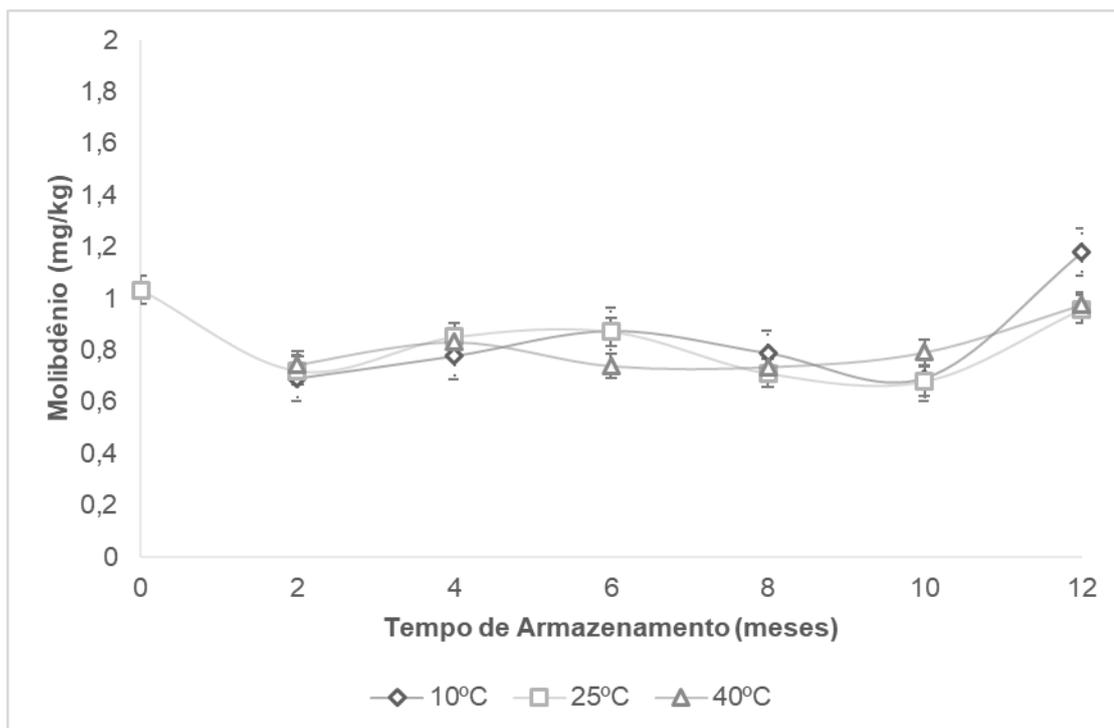


Figura 9 – Teor de Molibdênio (Mo) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

O aumento observado no último mês de armazenamento coincide com o aumento na G% das sementes armazenadas a 10°C, que também ocorreu com 12 meses de armazenamento. O mesmo não foi observado para as sementes armazenadas a 25°C e a 40°C, provavelmente, porque os efeitos das temperaturas mais altas na deterioração das sementes, superaram o efeito nutricional, não permitindo a recuperação da G% nestas condições de armazenamento. De acordo com Modi e Cairns (1994), a deficiência de molibdênio pode resultar em falta de dormência da semente, aumentando a germinação prematura devido à redução da biossíntese de ABA, já que o ABA estimula a dormência e reduz a germinação.

A variação nos teores dos nutrientes ao longo do armazenamento e a relação destes com a ocorrência de dormência em sementes levantam hipóteses que necessitam de mais estudos e maior aprofundamento no tema já que na literatura não há trabalhos que possam explicar tal comportamento. Essa escassez de referências deve-se ao fato de até então considerar-se no meio científico o postulado de que a semente não altera sua constituição após se desprender da planta-mãe, o que parece não ser totalmente verdade diante dos

resultados expostos no presente estudo. Estamos realizando maiores investigações com o intuito de elucidar tal comportamento.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante estes ciclos.

## REFERÊNCIAS

- Baskin, J. M., Baskin, C. C. (1985) *The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum*. 25:492-498.
- Bell, R. W., Mc Lay, L., Plaskett, D., Dell, B., Loneragan, J. F. (1989) Germination and vigour of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) seed from plants grown with and without boron. *Crop and Pasture Science*, 40(2):273-279.
- Bewley, J. D., Black, M. (1982) *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. V.2. Viability, dormancy, and environmental control. Springer-Verlag, New York.
- Batlla D., Benech-Arnold R. L. (2005) Changes in the light sensitivity of buried *Polygonum aviculare* seeds in relation to cold-induced dormancy loss: development of a predictive model. *New Phytologist*, 165:445–452.
- Bonone, L. T. S., Guimarães, R. M., Oliveira, J. A., Andrade, V. C., Cabral, P. S. (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30(3):422- 428.

- Brasil (2009) Ministério da Agricultura. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 395p.
- Cakmak, I. (2000) Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. *New Phytol*, 146:185–20.
- Cakmak, I., Rengel, Z. (2012) *Function of Nutrients: Micronutrients*. In: editors, Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Oxford: Academic Press, p. 191-248.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2012) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 590p.
- Delouche, J. C., Still, T. W., Raspet, M., Lienhard, M. (1976) *O teste de tetrazólio para viabilidade da semente*. Brasília: AGIPLAN, 103p.
- Derkx, M. P. M., Karssen, C. M. (1993) Changing sensitivity to light and nitrate but not to gibberellins regulates seasonal dormancy patterns in *Sisymbrium officinale* seeds. *Plant, Cell and Environment*, 16:469–479.
- Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds, *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, 71:428-434.
- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. (2008) Molecular Aspects of Seed Dormancy. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59:387–415.
- Hilhorst, H. W. M. (2007) Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford, K. J., Nonogaki, H. eds. 2007. *Seed Development, Dormancy and Germination*. Oxford: Blackwell, p.50–71.
- Finch-Savage, W. E., Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171(3):501-523.

- Karssen, C. M. (1980-1981) Environmental condition and endogenous mechanism involved in secondary dormancy of seeds. *Israel J. Bot.*, 29:45-64.
- Lago, A. A., Martins, L. (1998) Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33(2):199-204.
- Maeda, J. A., Lago, A. A., Tella, R. (1986) Efeito de calagem e adubação com NPK na qualidade de sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21:941-944.
- Maschietto, R. W., Novembre, A. D. L. C., Silva, W. R. (2003) Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colonião cultivar mombaça. *Bragantia*, Campinas, 62(2):291-296.
- Masin, R., Zuin, M. C., Otto, S., Zanin, G. (2006) Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research*, 46(5):362-370.
- Meagher, W. R., Johnson, C. M., Stout, P. R. (1952) Molybdenum requirement of leguminous plants supplied with fixed nitrogen. *Plant physiology*, 27(2):223.
- Modi, A. T., Cairns, A. L. P. (1994) Molybdenum deficiency in wheat results in lower dormancy levels via reduced ABA. *Seed Science Research*, 4(3):329-333.
- Nakagawa, J., Nakagawa, J., Imaizumi, I., Rossetto, C. A. V. (1990) Efeitos de algumas fontes de fósforo e da calagem na qualidade de sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25(4):505-512.
- Oltmans, S. E., Fehr, W. R., Welke, G. A., Raboy, V., Peterson, K. L. (2005) Agronomic and seed traits of soybean lines with low-phytate phosphorus. *Crop Science*, 45(2):593-598.

- Peters, J. B. (2005) (Ed.). *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Previero, C. A., Groth, D., Razera, L. F. (1998) Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.Rich) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 20(2):392-397.
- Rerkasem, B., Bell, R. W., Lodkaew, S., Loneragan, J. F. (1977) Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48(3):217-223.
- Rossetto, C. A. V. (1993) *Efeitos da colheita e da calagem na produção e qualidade de sementes de amendoim (Arachis hypogaea L.) cv. Botucatu*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 114p. (Dissertação de Mestrado).
- Shaban, M. (2013) Review on physiological aspects of seed deterioration. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(11):627.
- Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 pt. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de março de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 15 de maio de 2017.
- Silva, J. S. (2008) *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*, Viçosa: Aprenda Fácil, 560p.
- Uraguchi, S., Fujiwara, T. (2011) Significant contribution of boron stored in seeds to initial growth of rice seedlings. *Plant and soil*, 340(1-2):435-442.

- Vleeshouwers L. M., Bouwmeester H. J., Karssen C. M. (1995) Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of Ecology*, 83:1031–1037.
- Vranckx, G., Vandeloek, F. (2012) A season-and gap-detection mechanism regulates seed germination of two temperate forest pioneers. *Plant Biology*, 14(3):481-490.
- Walters, C., Ballesteros, D., Vertucci, V. A. (2010) Structural mechanics of seed deterioration: standing the test of time. *Plant Science*, 179(6):565-573.
- Welch, R. M. (1986) Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. *Advances in plant nutrition (USA)*, 2:205-247.
- Welch, R. M. (1999) Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. *Mineral nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications*. Food Products Press, New York, p.205-226.

### 3.3 CICLOS DE DORMÊNCIA E COMPOSIÇÃO MINERAL EM SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas. Sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD. O delineamento experimental adotado foi de Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x3 (6 períodos de armazenamento x 3 temperaturas) + 1 tratamento adicional, com 5 repetições. Em cada período de armazenamento as sementes foram submetidas ao Teste de Germinação no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não-Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não-germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio, no qual contabilizou-se sementes viáveis. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio. Foi observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas

sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Houve variação nos teores de boro, zinco e molibdênio, no entanto, foram pouco influenciados pela temperatura de armazenamento. Pode-se concluir que as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante os ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

#### ABSTRACT

This work aimed to identify the occurrence of dormancy cycles and the effect of storage on B, Zn and Mo levels in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu stored at different temperatures. Commercial seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu were packed in plastic bags and stored for 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months at 3 temperatures: 10°C - Cold chamber; 25°C - Laboratory Environment; 40°C - BOD. The experimental design was a randomized block (DBC) in a 6x3 factorial scheme (6 storage periods x 3 temperatures) + 1 additional treatment, with 5 repetitions. In each storage period the seeds were submitted to the Germination Test in which Average Germination Time, First Germination Count, Germination, Abnormal Seedlings and Non-Germinated Seeds, at the end of the germination test the non-germinated seeds were evaluated submitted to the Tetrazolium Test, in which viable seeds were counted. The boron, zinc and molybdenum contents were also determined. Cyclic behavior was observed in germination and vigor results, most evident in seeds stored at temperatures of 10°C and 25°C. There were variations in the boron, zinc and molybdenum contents, however, they were little influenced by the storage temperature. It can be concluded that the seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu present dormancy cycles and these are influenced by the storage temperature. And that the contents of B, Zn and Mo present changes during the dormancy cycles in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

## INTRODUÇÃO

Em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a elevada porcentagem de germinação é, geralmente, impedida pela dormência que as sementes possuem (Garcia e Cícero, 1992). A dormência de forrageiras geralmente está relacionada a mais de uma causa, tendo forte influência do ambiente na indução e superação dessa dormência. Sendo a temperatura de armazenamento um fator de grande importância, uma vez que pode afetar a germinação total, a velocidade de germinação, a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas, que determinam todo o processo germinativo (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Considerando que a dormência primária é adquirida durante a maturação da semente, sementes pós-amadurecidas expostas a condições de temperatura desfavorável, sem luz ou nitrato adequados, anoxia, escuro contínuo, podem entrar em um estado de dormência secundária. Além disso, as sementes podem submeter-se a um ciclo sazonal de dormência, se as condições estão abaixo do ideal, progressivamente ganhando ou perdendo dormência até finalmente germinar ou morrer (Finkelstein et al., 2008).

A concentração de nutrientes minerais das sementes pode afetar entre outras coisas, o seu potencial de armazenamento, bem como o desenvolvimento inicial (Jacob-Neto e Rossetto, 1998). Com base nisso, o conhecimento da composição química da semente é de interesse prático em tecnologia de sementes, uma vez que o teor de alguns nutrientes minerais na semente, como boro (B), zinco (Zn) e molibdênio (Mo) também influencia diretamente no vigor das sementes e na capacidade de gerar plântulas normais durante a germinação. Esse teor varia entre espécies, cultivares e depende das condições do ambiente em que a semente é produzida (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes e no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Para o armazenamento, sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu – Safra 13/14, Lote 167/14, Wolf Seeds®, 12% de umidade – foram acondicionadas em embalagens plásticas e seladas com o auxílio de seladora sem a aplicação de vácuo. Para o controle do armazenamento, foram realizadas todas as análises com as sementes antes do armazenamento (Tempo 0), e em seguida as sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C (9 - 16°C) – Câmara fria; 25°C (19,6 - 34,1°C) – Ambiente de Laboratório; 40°C (35 - 40°C) – BOD.

O delineamento experimental adotado foi de Blocos Casualizados (DBC) em esquema fatorial 6x3 (6 períodos de armazenamento x 3 temperaturas) + 1 tratamento adicional, com 5 repetições. Ao final de cada período de armazenamento as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

**Teste de Germinação** – De acordo com as Regras para Análises de Sementes (RAS) (Brasil, 2009), o teste de germinação foi realizado em câmaras do tipo BOD com temperatura alternada de 20-35°C e controle de fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. Foram utilizadas gerbox com 2 folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada em um volume correspondente a 2,5 vezes o peso do papel. O teste foi conduzido com 5 repetições de 50 sementes por tratamento.

Com as seguintes avaliações: Teste de Germinação (TG): As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias, computando-se o número de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS, para a espécie em estudo, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); Primeira contagem de germinação (PCG): foi conduzida juntamente com o teste de germinação e realizada no 7º dia após a semeadura, computando-se o número de

plântulas normais, com os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); Tempo Médio de Germinação (TMG): foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo que as avaliações foram realizadas a cada 3 dias a partir da semeadura até o 21º dia após a semeadura. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958).

Ao final do TG, as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio (TZ) (Delouche et al., 1976; Brasil, 2009), sendo contabilizada a porcentagem de sementes viáveis (V%).

**Determinação dos teores de nutrientes** - Para determinar os teores de B, Zn e Mo as sementes foram secas a 40°C em estufa de ventilação forçada por 72 horas e posteriormente maceradas em almofariz com o auxílio do pistilo, foram então pesadas 250 mg de cada repetição para realização das análises. Os teores dos nutrientes foram determinados usando plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu, após digestão com HNO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em sistema de digestão aberta (Peters, 2005).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), análise de regressão com o auxílio do programa Assistat (Silva, 2017), e as médias foram comparadas utilizando Intervalo de Confiança (IC) a 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização de todas as análises estatísticas verificou-se que não houve ajuste de modelos de regressão significativos que explicassem o comportamento dos dados. As comparações foram então baseadas no intervalo de confiança.

Diante dos resultados para o tempo médio de germinação (TMG), apresentados na figura 1, observou que só houve diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento aos 2 meses de armazenamento, quando as sementes armazenadas a 25°C apresentaram um menor TMG do que as demais.

Durante o período avaliado também foi possível observar um comportamento cíclico da velocidade de germinação das sementes da cultivar

Marandu, com uma queda mais evidente no TMG no décimo mês de armazenamento para todas as temperaturas avaliadas.

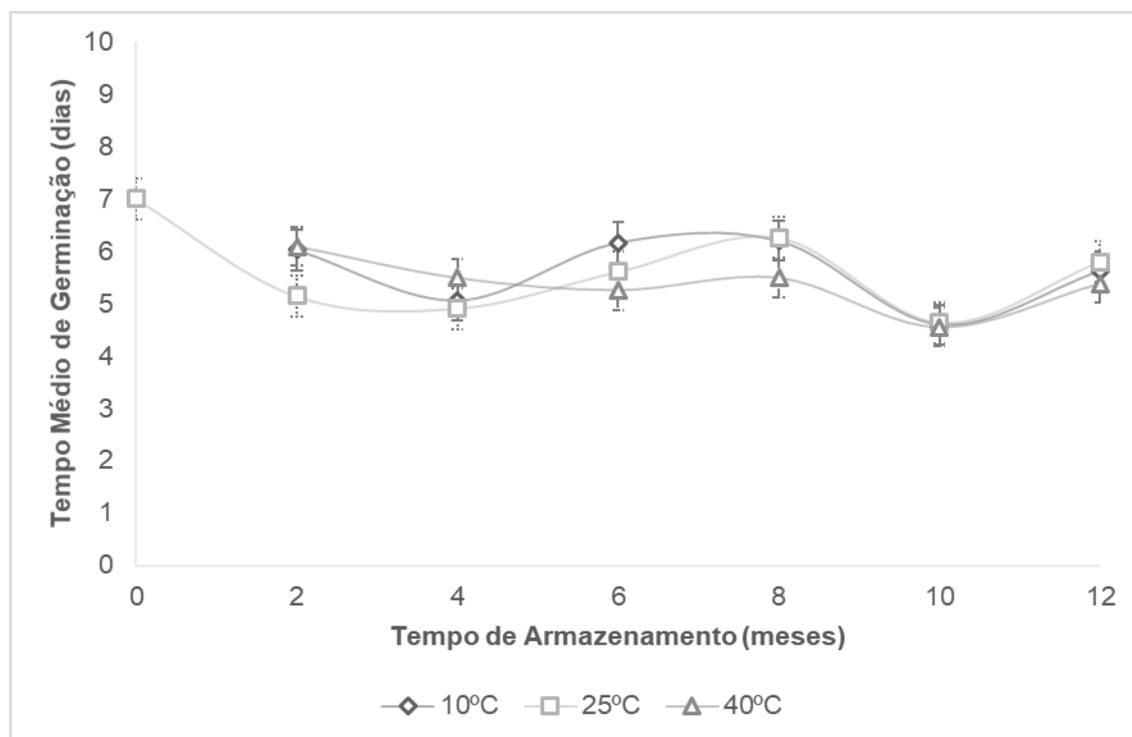


Figura 1 – Tempo Médio de Germinação (TMG) expresso em dias para germinar sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Existe uma série de estados de transição entre dormência e não dormência, chamada dormência condicional, durante a qual as sementes germinam em uma faixa de condições mais estreita do que as sementes não dormentes (Baskin e Baskin, 1998) e em velocidade dependente da intensidade de dormência presente em cada semente no momento em que encontra as condições ideais para germinação requeridas por cada espécie.

Quando analisados os resultados para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação (PCG%), observou uma maior expressão dos ciclos de dormência em relação ao TMG em todas as temperaturas testadas (Figura 2).

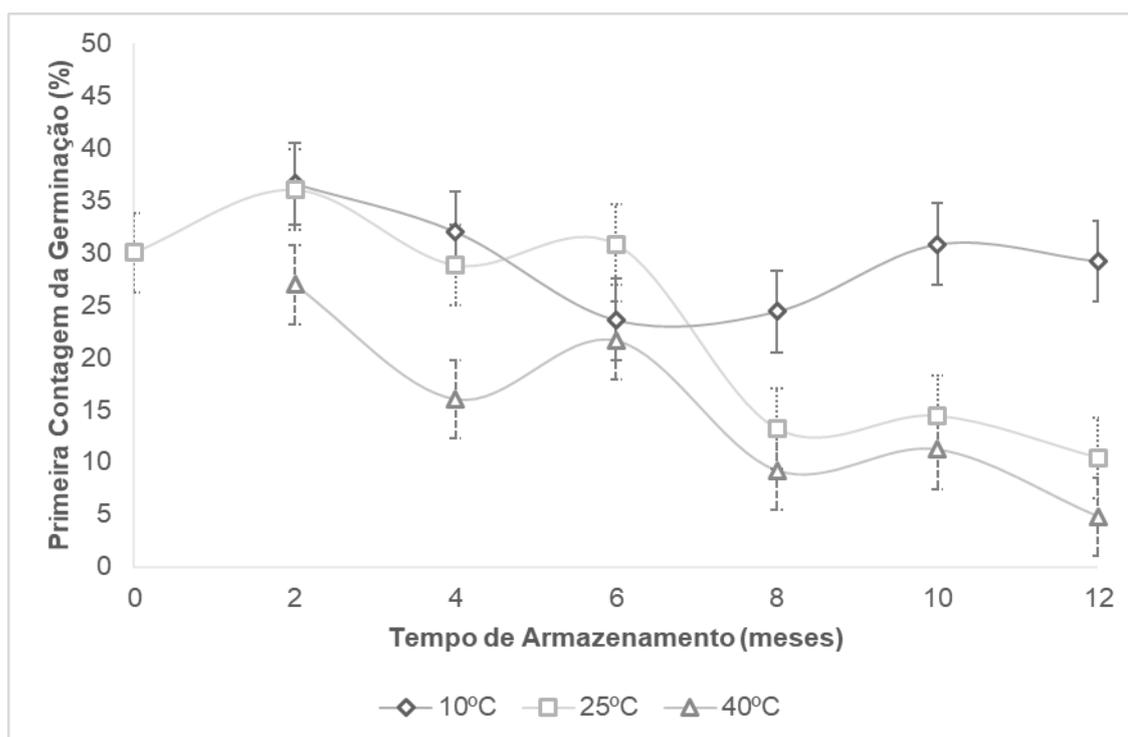


Figura 2 - Porcentagem de Plântulas Normais na Primeira Contagem da Germinação (PCG%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%) .

No entanto, os ciclos ocorreram de maneira distinta entre as temperaturas, com diferença significativa ao longo do armazenamento, com exceção do sexto mês, quando não houve diferença na PCG% entre as temperaturas avaliadas. A partir de quando também se verifica uma queda acentuada na PCG% nas sementes armazenadas a 25°C e 40°C, diferindo significativamente das sementes a 10°C. É amplamente aceito que a temperatura é um sinal temporal importante que influencia tanto na indução quanto na perda de dormência pelas sementes (Probert, 2000; Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006).

Desse modo, a temperatura a que as sementes são submetidas, especialmente quando por um período prolongado serão determinantes na ocorrência de dormência ou na superação desta. Influenciando também na intensidade de dormência que se manifestará em cada semente, dependendo do seu estado inicial antes de ser armazenada.

A porcentagem de germinação (G%) também foi influenciada pela temperatura de armazenamento (Figura 3). Até o sexto mês apenas as sementes armazenadas a 40°C apresentaram diferença significativa das demais

temperaturas testadas, com uma G% menor, a partir do sexto mês houve uma queda na G% das sementes armazenadas a 25°C, e, portanto, não diferindo mais das sementes armazenadas a 40°C. Logo, depois de 6 meses de armazenamento, as sementes mantidas na temperatura mais baixa (10°C), apresentaram maior G%, diferindo significativamente das demais temperaturas testadas. Possivelmente devido à manutenção do vigor, que não deve ter ocorrido com as sementes armazenadas a 25°C e 40°C.

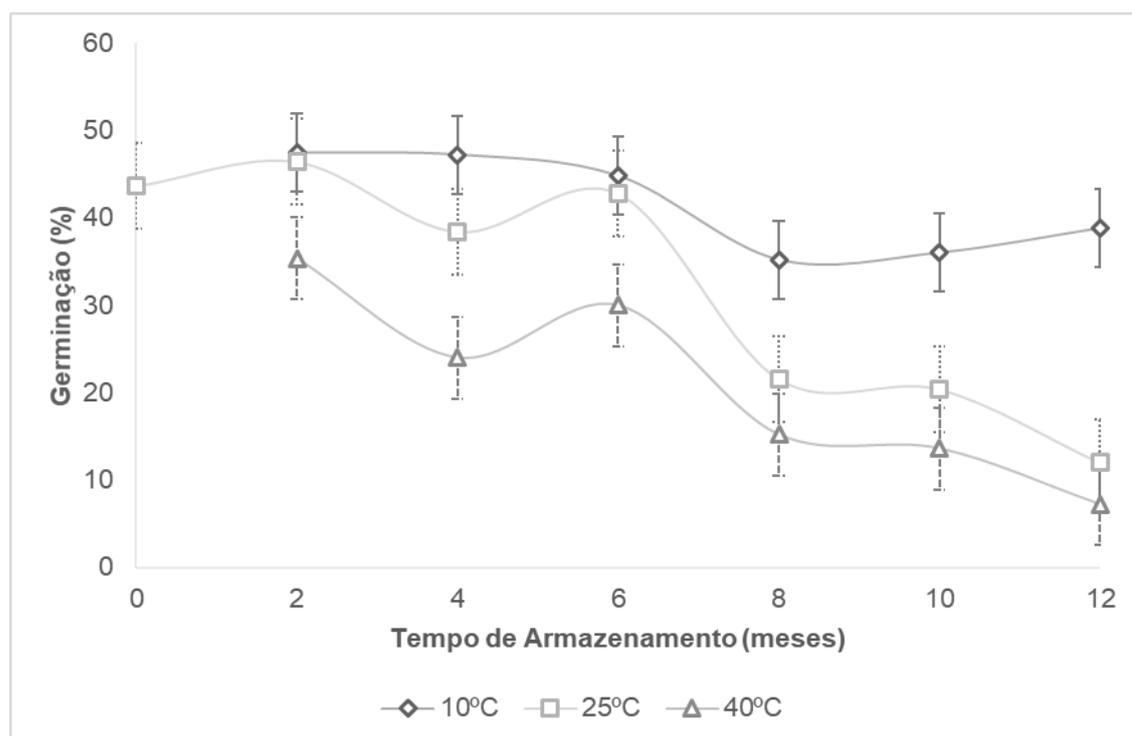


Figura 3 - Porcentagem de Germinação (G%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

A ocorrência dos ciclos de germinação foi influenciada pela temperatura de armazenamento, sendo que as sementes armazenadas nas temperaturas mais altas apresentaram ciclo a partir do segundo mês de avaliação, enquanto as sementes armazenadas a 10°C não apresentaram ciclo. Em sementes de *Polygonum aviculare*, Kruk e Benech-Arnold (1998) observaram a indução de dormência por altas temperaturas em sementes embebidas, no entanto, não se tem conhecimento se o mesmo pode ocorrer em sementes armazenadas a seco.

Segundo Benech-Arnold et al. (2000), a temperatura não pode ser considerada como único fator que pode induzir dormência secundária, no campo, por exemplo, a indução de dormência pode ocorrer mesmo em temperaturas que estão dentro do intervalo adequado para germinação. Ainda, de acordo com Karssen (1982), o processo deve envolver a restrição de uma variedade de condições adequadas para germinação, conduzindo finalmente a um estado de dormência relativa ou total, para então ser considerada como indução de dormência secundária.

Baseado nisso, pode supor que no presente estudo não observaram ciclos de dormência tão evidentes para G% devido ao fato de ter considerado apenas a temperatura de armazenamento como fator ambiental responsável pela ocorrência de dormência secundária e conseqüentemente de ciclos de dormência. Esses resultados demonstram a necessidade de mais estudos avaliando uma combinação de fatores a fim de permitir uma melhor compreensão sobre a regulação do processo de entrada e saída de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha*.

Na figura 4 são apresentados os resultados para porcentagem de plântulas anormais (PA%) em função da temperatura de armazenamento. Pode constatar a ocorrência de comportamento cíclico em todas as temperaturas avaliadas, com comportamento bem semelhante entre elas e diferença significativa apenas no quarto mês de armazenamento, quando o valor para PA% foi maior nas sementes armazenadas a 40°C.

A ocorrência de plântulas anormais no processo de germinação pode ser devido à perda de vigor das sementes decorrente do armazenamento e como resultado da temperatura a que foi submetida. Mas, também pode ser creditada a fatores genéticos, incluindo má formação da semente no seu processo de desenvolvimento. Ou ainda pode ser resultante de uma germinação dificultada por inibidores de germinação/promotores de dormência.

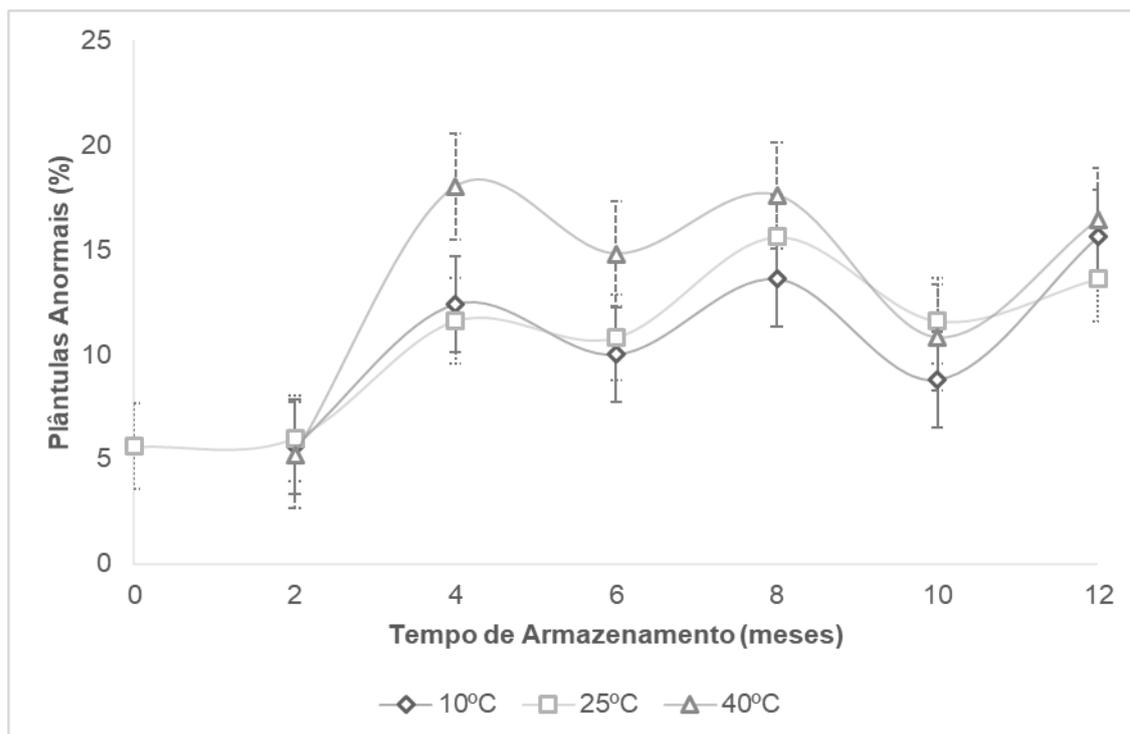


Figura 4 - Porcentagem de Plântulas Anormais (PA%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Além disso, a intensidade de dormência somada a esses outros fatores, pode contribuir no surgimento de anormalidades nas plântulas. Por exemplo, sementes com baixo vigor e que apresentem um grau de dormência, ainda que leve, terão um impedimento a mais durante o processo de germinação, podendo não conseguir, dentro do tempo determinado para o teste, dar origem a uma plântula considerada normal.

Para porcentagem de sementes não germinadas (SNG%) nota-se a influência da temperatura de armazenamento sobre essa característica (Figura 5). Houve diferença significativa entre as sementes armazenadas a 40°C daquelas armazenadas a 25°C apenas com 2 meses de armazenamento. Por outro lado, as sementes armazenadas a 10°C diferenciam-se das demais no quarto mês de armazenamento e após o sexto mês até o término do período avaliado.

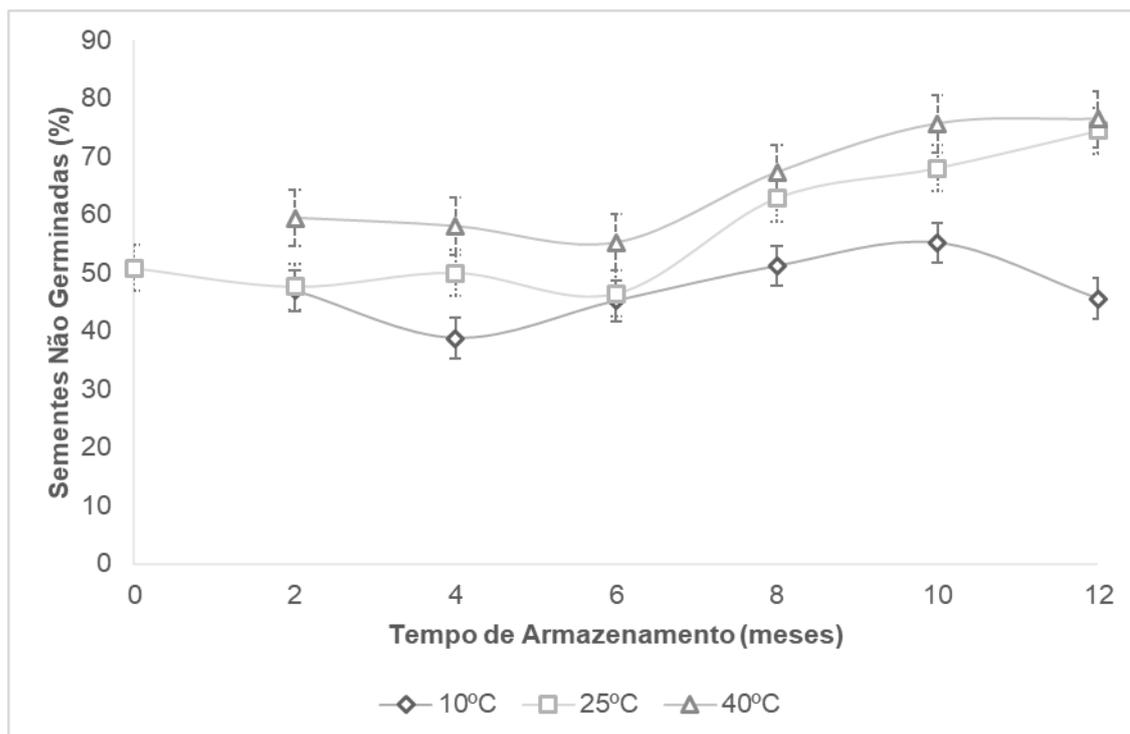


Figura 5 - Porcentagem de Sementes Não Germinadas (SNG%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

O comportamento cíclico também pode ser verificado para SNG%, no entanto, não apresentou picos muito evidentes em nenhuma das temperaturas testadas durante o período de avaliação. Acompanhando o comportamento observado nos resultados para G%.

A porcentagem de plântulas anormais e de sementes não germinadas geralmente não é considerada quando se trata do estudo de ciclos de dormência. A abordagem geralmente está em torno do número de plantas obtidas, o que corresponde à porcentagem de plântulas normais no teste de germinação. Mas, para o perfeito entendimento dos mecanismos de dormência e fatores responsáveis pela indução de dormência secundária é importante considerar também o que aconteceu com as sementes que não geraram uma plântula normal, e, além disso, verificar a viabilidade das sementes que não germinaram, para só então, poder afirmar a ocorrência de ciclos de dormência.

No presente estudo, mesmo com a alta porcentagem de sementes não germinadas ao longo do armazenamento, pode observar que grande parte destas sementes remanescentes no teste permaneceram viáveis, o que foi comprovado

pela realização do teste de tetrazólio e que caracteriza a ocorrência de ciclos de dormência na espécie em estudo (Figura 6).

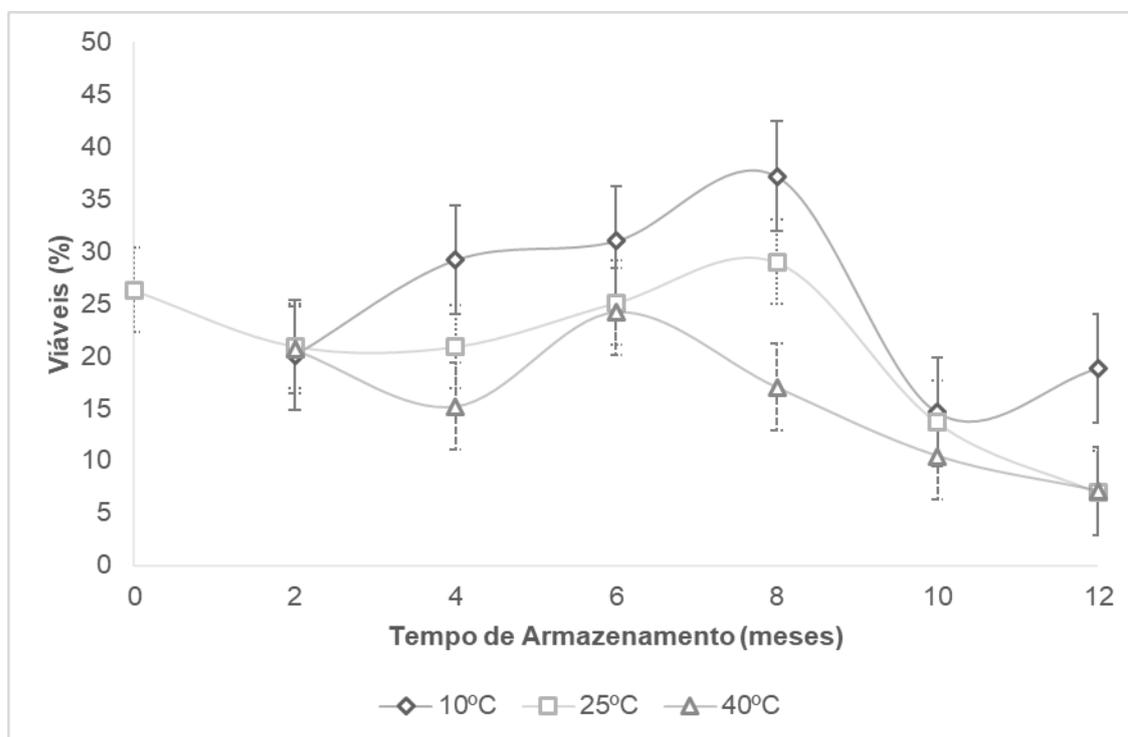


Figura 6 - Porcentagem de Sementes Não Germinadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Viáveis (V%) pelo Teste de Tetrazólio (I = IC a 95%).

Verificou-se ainda, a ocorrência de comportamento cíclico também para essa característica, em todas as temperaturas testadas neste estudo. Observou-se diferença significativa entre as temperaturas na porcentagem de sementes viáveis no oitavo mês, quando as sementes a 40°C apresentaram menor porcentagem em relação às demais temperaturas; e no último mês de avaliação, quando o armazenamento a 10°C foi significativamente superior quando comparado a outras temperaturas testadas.

Embora o fator genético seja preponderante no estabelecimento da longevidade potencial das sementes, as condições de armazenamento irão definir, para cada espécie e lote, o período de viabilidade dentro do limite máximo determinado pelo genoma (Harrigton, 1972; Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989; Smith e Berjak, 1995; Baskin e Baskin, 1998). Sendo a temperatura um dos fatores que mais influencia a viabilidade de um lote de sementes durante o armazenamento (Basu, 1995; Smith e Berjak, 1995; Walters, 1998).

Ao analisar os teores dos micronutrientes minerais no presente estudo, verificou-se a ocorrência de comportamento cíclico para todos eles. Na figura 7 pode observar que a temperatura de armazenamento influenciou no teor de boro (B) até o sexto mês de armazenamento.

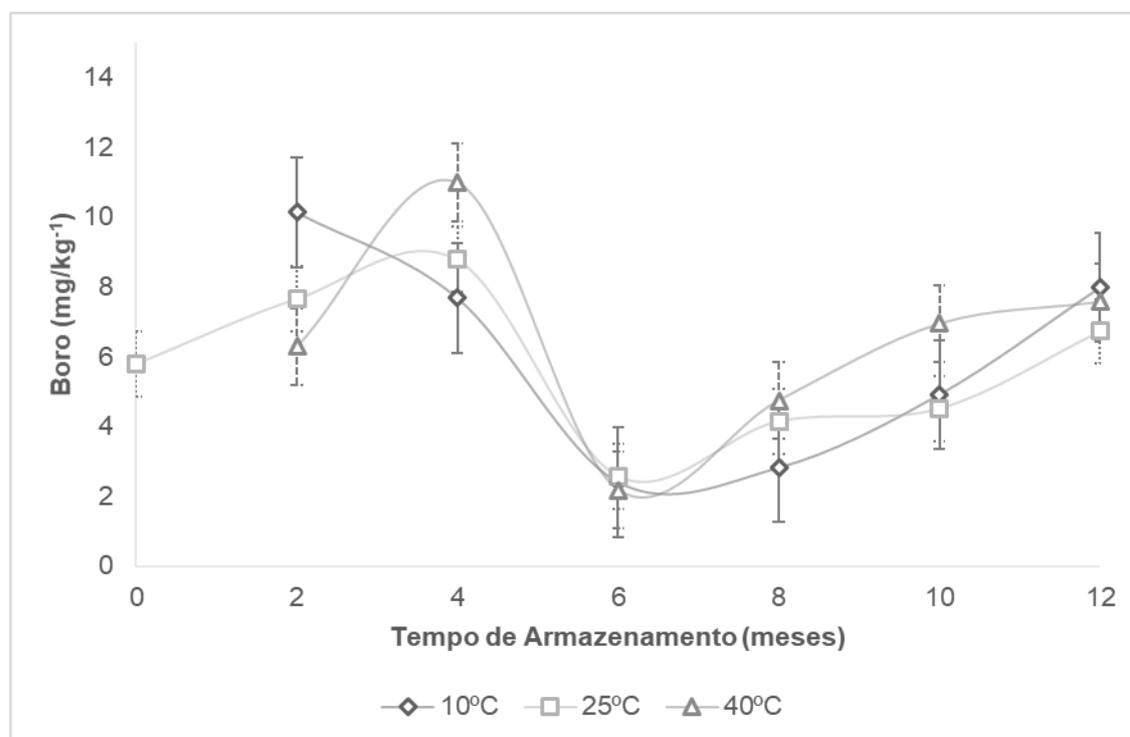


Figura 7 – Teor de Boro (B) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Nas sementes armazenadas a 10°C houve uma queda no teor deste nutriente do segundo até o sexto mês, já aquelas armazenadas a 25°C apresentaram um aumento até o quarto mês com posterior queda entre 4 e 6 meses, e por último, para as sementes a 40°C aumento entre o segundo e quarto mês de armazenamento, sendo que no quarto mês este tratamento apresentou o maior teor de B observado durante todo o período de avaliação, diferindo das demais temperaturas, no entanto, entre o quarto e sexto mês, as sementes armazenadas na temperatura mais alta também apresentaram queda no teor. Após o sexto mês, o teor de B voltou a subir, independente da temperatura, dentre as testadas no presente estudo.

O boro é um micronutriente que tem fundamental importância na qualidade das sementes produzidas, já que sementes deficientes em boro têm baixo poder

germinativo (Rerkasem et al., 1997) e, além disso, irão gerar plântulas anormais (Marschner, 1995; Rerkasem et al., 1997). Um dos motivos, é o de que a deficiência de B causa um significativo acúmulo de compostos fenólicos nos tecidos vegetais, que presentes no revestimento das sementes conferem dormência a estas por impedirem as trocas gasosas necessárias à germinação (Marcos Filho, 2005).

Com relação aos teores de zinco (Zn) também se verificou a ocorrência de comportamento cíclico, mas, observou-se efeito da temperatura de armazenamento no sexto mês, quando as sementes armazenadas a 10°C apresentaram o maior teor, diferindo das demais temperaturas testadas. E, no décimo mês, quando o maior teor foi observado nas sementes armazenadas a 40°C.

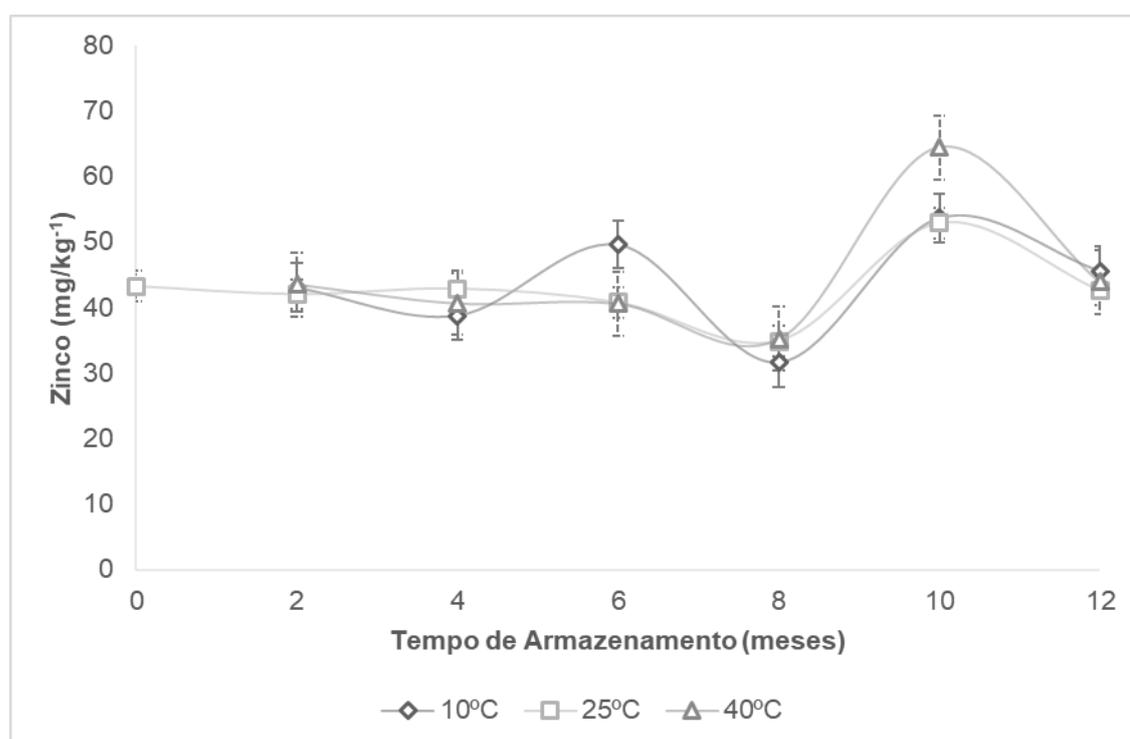


Figura 8 – Teor de Zinco (Zn) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

Com relação ao comportamento cíclico para o teor de Zn, o maior pico ocorreu no décimo mês de armazenamento, quando também foi observada uma redução significativa na PA% (Figura 4). Oltmans et al. (2005) avaliando sementes de soja observaram que sementes com baixo Zn demonstram ter

menor vigor e conseqüentemente um baixo estabelecimento de plântulas, resultados que corroboram com os observados no presente estudo, uma vez que a redução no vigor pode refletir em uma maior porcentagem de plântulas anormais.

A menor variação foi observada nos teores de Molibdênio (Mo) ao longo do período avaliado, pode notar um comportamento cíclico nas sementes armazenadas a 10°C e 25°C, no entanto, pouco pronunciado.

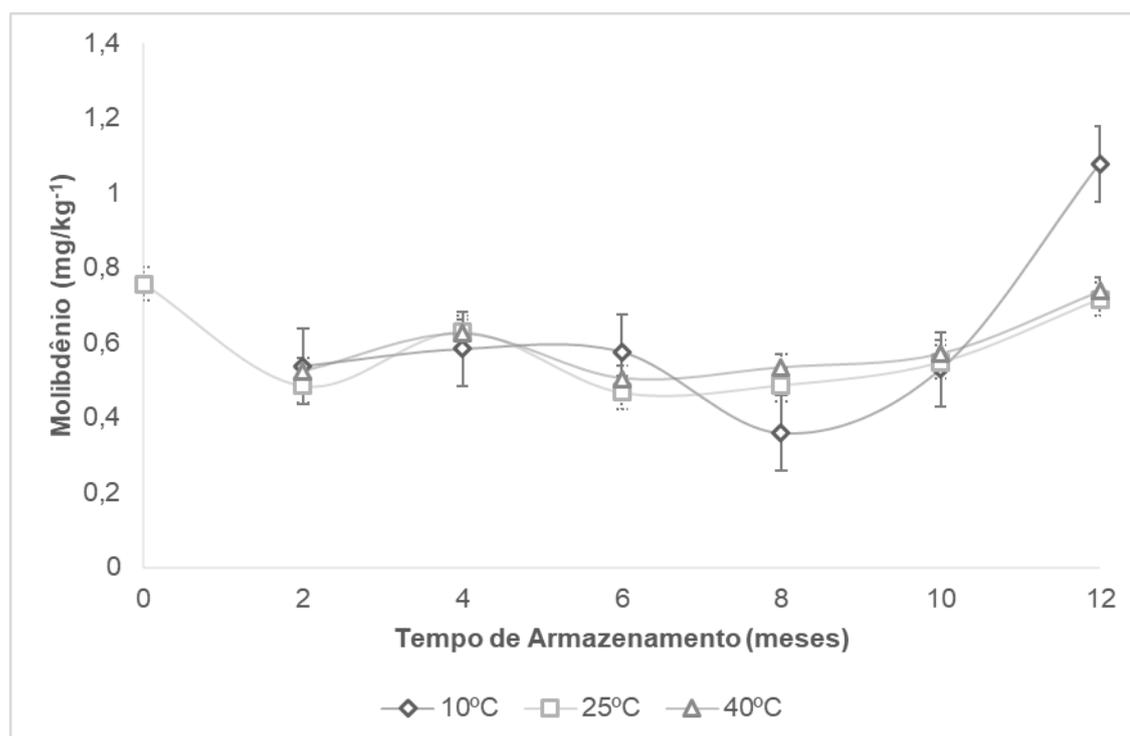


Figura 9 – Teor de Molibdênio (Mo) em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas (I = IC a 95%).

O teor de Mo apresentou diferença significativa entre as temperaturas apenas no último mês de avaliação, quando as sementes armazenadas a 10°C apresentaram o maior teor deste nutriente, diferindo das demais temperaturas. Esse aumento coincide com o aumento na porcentagem de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio observado no último mês de armazenamento para as sementes mantidas a 10°C, o que pode ser explicado pela relação entre o teor de Mo e a ocorrência de dormência, uma vez já observado que a deficiência deste nutriente pode resultar em falta de dormência e conseqüente germinação prematura (Modi e Cairns, 1994).

Diante dos resultados aqui apresentados, fica claro a necessidade de mais estudos voltados para a variação nos teores dos nutrientes ao longo do armazenamento e a relação destes com a ocorrência de dormência em sementes, permitindo explicar tal comportamento. Na literatura há uma escassez de referências que poderiam explicar essas alterações. Pois, até então, no meio científico considerou-se nos estudos o postulado de que a semente não altera sua constituição após se desprender da planta-mãe, o que parece não ser totalmente verdade diante dos resultados expostos no presente estudo. Estamos realizando investigações mais aprofundadas e encorajamos novas pesquisas com o intuito de gerar melhores respostas para as questões aqui levantadas.

## CONCLUSÕES

As sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento.

Os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante os ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

## REFERÊNCIAS

- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1998) Germination ecology of seeds in the persistent seed bank. In: *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press, 133-179.
- Basu, R. N. (1995) Seed viability. In: Basra, A. S. (Ed.) *Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications*. New York: Food Products Press, 1-44.

- Benech-Arnold, R. L., Sánchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., Ghera, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field crops research*, 67(2), 105-122.
- Brasil (2009) Ministério da Agricultura. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 395p.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed., rev. e ampl. Jaboticabal: Funep, 588 p.
- Delouche, J. C., Still, T. W., Raspet, M., Lienhard, M. (1976) *O teste de tetrazólio para viabilidade da semente*. Brasília: AGIPLAN, 103p.
- Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds, *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, 71:428-434.
- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. (2008) Molecular Aspects of Seed Dormancy. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59:387–415.
- Finch-Savage, W. E., Leubner-Metzger, G. (2006) Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171:501–523.
- Garcia, J., Cícero, S. M. (1992) Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 49(1):9-13.
- Harrigton, J. F. (1972) Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T.T. (Ed.) *Seed biology*. New York: Academic Press, 3:145-243.
- Jacob-Neto, J., ROSSETTO, C. A. (1998). Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. *Floresta e Ambiente*, 5(1), 171-183.
- Karssen, C. M. (1982) Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: Khan, A. (Ed), *The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, pp. 243-270.

- Kruk, B. C., Benech-Arnold, R. L. (1998) Functional and quantitative analysis of seed thermal responses in prostrate knot weed (*Polygonum aviculare*) and common purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed Sci.* 46, 83-90.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 495 p.
- Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A. (1989) *The germination of seeds*. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 270 p.
- Modi, A. T., Cairns, A. L. P. (1994) Molybdenum deficiency in wheat results in lower dormancy levels via reduced ABA. *Seed Science Research*, 4(3):329-333.
- Oltmans, S. E., Fehr, W. R., Welke, G. A., Raboy, V., Peterson, K. L. (2005) Agronomic and seed traits of soybean lines with low-phytate phosphorus. *Crop Science*, 45(2):593-598.
- Peters, J. B. (2005) (Ed.). *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Probert, R. J. (2000) The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. pp. 261–292 in Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CABI.
- Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 pt. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de março de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 15 de maio de 2017.
- Smith, M. T., Berjak, P. (1995) Deteriorative changes associate with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kigel,

J. D.; Galili, G. (Eds) Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, p.701-746.

Walters, C. (1998) Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. *Seed Sci. Res.*, 8(2):223-244.

#### 4.0 RESUMO E CONCLUSÕES

Em espécies forrageiras, a formação de um estande denso no plantio é de fundamental importância para a produtividade da pastagem. E, para formação de uma pastagem, não basta só um manejo de adubação adequado, mas também o uso de sementes de alta qualidade e com alta pureza, porém um dos principais obstáculos que algumas espécies vêm apresentando é a dormência.

Apesar de alguns métodos já serem comumente utilizados na superação da dormência de sementes de braquiária, poucos são os estudos com relação à prevenção da indução de dormência secundária. Para isso, é fundamental a identificação do mecanismo de dormência que ocorre nesta espécie e dos fatores ambientais que estão relacionados.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu, e a relação destes com a temperatura de armazenamento, tratamentos pré-germinativos e composição mineral das sementes armazenadas.

Para tanto, este trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo 1 o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu e o efeito de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência. As sementes foram armazenadas por 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em ambiente de laboratório (25°C).

Ao final de cada período foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos (íntacta; escarificação ácida e cariopse nua). As sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio.

No capítulo 2, o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 armazenadas em diferentes temperaturas. Para isso, as sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD.

Ao final de cada período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio.

No capítulo 3, o objetivo foi identificar a ocorrência de ciclos de dormência e o efeito do armazenamento nos teores de B, Zn e Mo em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu armazenadas em diferentes temperaturas. As sementes foram armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses em 3 temperaturas: 10°C – Câmara fria; 25°C – Ambiente de Laboratório; 40°C – BOD.

Ao final de cada período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, no qual se avaliou Tempo Médio de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Germinação, Plântulas Anormais e Sementes Não Germinadas, ao final do teste de germinação as sementes não germinadas foram submetidas ao Teste de Tetrazólio. Também foram determinados os teores de boro, zinco e molibdênio.

Em relação aos resultados do capítulo 1 conclui-se que: as sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu apresentam ciclos de dormência. E, que a remoção do envoltório das sementes é um método eficiente na superação da dormência secundária em sementes de *Brachiaria brizantha* das cultivares MG5 e Marandu. Sendo que foram observados ciclos de dormência nas duas cultivares em estudo, mais evidentes nas sementes submetidas aos

tratamentos escarificação ácida e cariopse nua. Houve diferença significativa tanto entre as cultivares quanto entre os tratamentos pré-germinativos, sendo observada a maior porcentagem de germinação nas sementes da cultivar MG5 do tratamento cariopse nua.

Em relação aos resultados do capítulo 2 conclui-se que: as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante estes ciclos. Sendo observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Observou-se ainda variação nos teores de boro e zinco, coerentes com as alterações observadas no vigor das sementes.

Em relação aos resultados do capítulo 3 conclui-se que: as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentam ciclos de dormência e estes são influenciados pela temperatura de armazenamento. E, que os teores de B, Zn e Mo apresentam alterações durante os ciclos de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foi observado comportamento cíclico nos resultados de germinação e vigor, mais evidente nas sementes armazenadas nas temperaturas de 10°C e 25°C. Houve variação nos teores de boro, zinco e molibdênio, no entanto, foram pouco influenciados pela temperatura de armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, P. B., Bufarah, G. (1988) *Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas*. São Paulo: Nobel, 162p.
- Alloway, B. J. (2008) *Zinc in soils and crop nutrition*. 2 ed. Bruxelas: International Zinc, 135p.
- Azeredo, G. A. de, Paula, R. C., Valeri, S. V., Moro, F. V. (2010) Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, 32(2):49-58.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1996) Role of temperature and light in the germination ecology of buried seeds of weedy species of disturbed forests. II. *Erechtites hieracifolia*. *Canadian Journal of Botany*, 74:2002–2005.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1998) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2014) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2nd ed. London: Elsevier.

- Baskin, C. C., Baskin, J. M., Chester, E. W. (2000) Studies on the ecological life cycle of the native winter annual grass *Alopecurus carolinianus*, with particular reference to seed germination biology in a floodplain habitat. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 280-290.
- Baskin, C. C., Chesson, P. L., Baskin, J. M. (1993) Annual seed dormancy cycles in two desert winter annuals. *Journal of Ecology*, 81:551–556.
- Baskin, J. M., Baskin, C. C. (1985) *The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum*. 25:492-498.
- Basu, R. N. (1995) Seed viability. In: Basra, A. S. (Ed.) *Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications*. New York: Food Products Press, 1-44.
- Batlla D., Benech-Arnold R. L. (2005) Changes in the light sensitivity of buried *Polygonum aviculare* seeds in relation to cold-induced dormancy loss: development of a predictive model. *New Phytologist*, 165:445–452.
- Bell, R. W., Mc Lay, L., Plaskett, D., Dell, B., Loneragan, J. F. (1989) Germination and vigour of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) seed from plants grown with and without boron. *Crop and Pasture Science*, 40(2):273-279.
- Benech-Arnold, R. L., Sánchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., Ghera, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field crops research*, 67(2), 105-122.
- Bewley, J. D., Black, M. (1982) *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. V.2. Viability, dormancy, and environmental control. Springer-Verlag, New York.

- Bonone, L. T. S., Guimarães, R. M., Oliveira, J. A., Andrade, V. C., Cabral, P. S. (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30(3):422- 428.
- Brasil (2009) Ministério da Agricultura. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 395p.
- Cakmak, I. (2000) Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. *New Phytol*, 146:185–20.
- Cakmak, I., Rengel, Z. (2012) *Function of Nutrients: Micronutrients*. In: editors, Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Oxford: Academic Press, p. 191-248.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed., rev. e ampl. Jaboticabal: Funep, 588 p.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2012) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 590p.
- Costa, K. A. P., Oliveira, I. P., Faquin, V., Figueiredo, F. C., Rodrigues, C. R., Nascimento, P. P. (2008) Adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-xaraés. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, 9(1):86-92.
- Cohen, M. S., Lepper Jr., R. (1977) Effect of boron on cell elongation and division in squash roots. *Plant Physiology*, 59:884-887.
- Dechen, A. R., Nachtigall, G. R. (2006) *Micronutrientes*. In: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 327-354.
- Dekker, J. (2000) Emergent weedy foxtail (*Setaria spp.*) seed germinability behavior. *Seed biology: advances and applications*, 411-423.

- Delouche, J. C., Still, T. W., Raspet, M., Lienhard, M. (1976) *O teste de tetrazólio para viabilidade da semente*. Brasília: AGIPLAN, 103p.
- Derkx, M. P. M., Karssen, C. M. (1993) Changing sensitivity to light and nitrate but not to gibberellins regulates seasonal dormancy patterns in *Sisymbrium officinale* seeds. *Plant, Cell and Environment*, 16:469–479.
- Dias, M. C. L. L., Alves, S. J. (2008) AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf PELO TESTE DE TETRAZÓLIO. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3):145-151.
- Cardoso, E. D., Eustáquio de Sá, M., Iwamoto Haga, K., Ferreira da Silva Binotti, F., Nogueira, D. C., Valério Filho, W. V. (2014). Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1).
- Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds, *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, 71:428-434.
- Embrapa Gado de Corte (1980) *Gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria*. Campo Grande. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- Embrapa Gado de Corte (2003) *Xaraés: cultivar de Brachiaria brizantha*. Campo Grande. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/xaraes.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- Faquin, V. (2005) *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 179p.
- Finch-Savage, W. E., Leubner-Metzger, G. (2006) Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171:501–523.

- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. (2008) Molecular Aspects of Seed Dormancy. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59:387–415.
- Floss, E. L. (2008) *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê*. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 733 p.
- Garcia de Santana, D., Pereira, V. J., Almeida Leite Brandão, N., Alves Lobo, G., Castro Martins, M. (2015). Intensidade da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae). *Interciencia*, 40(10).
- Garcia, J., Cícero, S. M. (1992) Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 49(1):9-13.
- Grusak, M. A., DellaPenna, D. (1999) Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50:133–161.
- Harrigton, J. F. (1972) Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T.T. (Ed.) *Seed biology*. New York: Academic Press, 3:145-243.
- Hilhorst, H. W. M. (2007) Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford, K. J., Nonogaki, H. eds. 2007. *Seed Development, Dormancy and Germination*. Oxford: Blackwell, p.50–71.
- Honek, A., Martinková, Z. (1999) Seed pre-treatment effects on *Echinochloa crus-galli* seed dormancy and germination. *Biologia*, 54(4):423-429.
- Hu, H., Brown, P. H. (1994) Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin. *Plant Physiology*, 105:681-689.
- IBGE. Censo agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

- Jacob-Neto, J., ROSSETTO, C. A. (1998). Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. *Floresta e Ambiente*, 5(1), 171-183.
- Karssen, C. M. (1980-1981) Environmental condition and endogenous mechanism involved in secondary dormancy of seeds. *Israel J. Bot.*, 29:45-64.
- Karssen, C. M. (1982) Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: Khan, A. (Ed), *The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, pp. 243-270.
- Kirkby, E. A., Römheld, V. (2007) *Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade*. Encarte Técnico, Informações Agronômicas 118. INPI, 24p.
- Kobayashi, H., Oyanagi, A. (2005) *Digitaria ciliaris* seed banks in untilled and tilled soybean fields. *Weed biology and management*, 5(2):53-61.
- Kouchi, H., Kumazawa, K. (1976) Anatomical responses of roots tips to boron deficiency: III. Effect of boron deficiency on sub-cellular structure of root tips, particularly on morphology of cell wall and its related organelles. *Soil Science and Plant Nutrition*, 22:53-71.
- Kruk, B. C., Benech-Arnold, R. L. (1998) Functional and quantitative analysis of seed thermal responses in prostrate knot weed (*Polygonum aviculare*) and common purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed Sci.* 46, 83-90.
- Lago, A. A., Martins, L. (1998) Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33(2):199-204.
- Maeda, J. A, Lago, A. A., Tella, R. (1986) Efeito de calagem e adubação com NPK na qualidade de sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21:941-944.

- Malavolta, E. (2006) *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 631p.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 495 p.
- Marks, M. K., Nwachuku, A. C. (1986) Seed-bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research*, 26(3):151-158.
- Martinkova, Z., Honek, A., Lukas, J. (2006) Seed age and storage conditions influence germination of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed science*, 54(2):298-304.
- Martins, L., Silva, W. R. (2003) Efeitos imediatos e latentes de tratamentos térmico e químico em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. *Bragantia*, Campinas, 62(1):81-83.
- Maschietto, R. W., Novembre, A. D. L. C., Silva, W. R. (2003) Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colonião cultivar mombaça. *Bragantia*, Campinas, 62(2):291-296.
- Masin, R., Zuin, M. C., Otto, S., Zanin, G. (2006) Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research*, 46(5):362-370.
- Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A. (1989) *The germination of seeds*. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 270 p.
- Mclvor, J. G., Howden, S. M. (2000) Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. *Austr. Ecol.*, 25(3):214-222.
- Meagher, W. R., Johnson, C. M., Stout, P. R. (1952) Molybdenum requirement of leguminous plants supplied with fixed nitrogen. *Plant physiology*, 27(2):223.

- Meschede, D. K., Sales, J. G. C., Braccini, A. L., Scapim, C. A., Schuab, S. R. P. (2004) TRATAMENTOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DAS SEMENTES DE CAPIM BRAQUIÁRIA CULTIVAR MARANDU. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(2):76-81.
- Modi, A. T., Cairns, A. L. P. (1994) Molybdenum deficiency in wheat results in lower dormancy levels via reduced ABA. *Seed Science Research*, 4(3):329-333.
- Murdoch, A. J. (1998) Dormancy cycles of weed seeds in soil. *Aspects of Applied Biology* (United Kingdom).
- Nakagawa, J., Nakagawa, J., Imaizumi, I., Rossetto, C. A. V. (1990) Efeitos de algumas fontes de fósforo e da calagem na qualidade de sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25(4):505-512.
- Oltmans, S. E., Fehr, W. R., Welke, G. A., Raboy, V., Peterson, K. L. (2005) Agronomic and seed traits of soybean lines with low-phytate phosphorus. *Crop Science*, 45(2):593-598.
- Oltmans, S. E., Fehr, W. R., Welke, G. A., Raboy, V., Peterson, K. L. (2005) Agronomic and seed traits of soybean lines with low-phytate phosphorus. *Crop Science*, 45(2):593-598.
- Peters, J. B. (2005) (Ed.). *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Previero, C. A., Groth, D., Razera, L. F. (1998) Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.Rich) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 20(2):392-397.

- Probert, R. J. (2000) The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. pp. 261–292 in Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CABI.
- Rerkasem, B., Bell, R. W., Lodkaew, S., Loneragan, J. F. (1977) Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48(3):217-223.
- Rossetto, C. A. V. (1993) *Efeitos da colheita e da calagem na produção e qualidade de sementes de amendoim (Arachis hypogaea L.) cv. Botucatu*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 114p. (Dissertação de Mestrado).
- Santos, L. D. C., Benett, C. G. S., Silva, K. S., Silva, L. V. (2011) Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS piatã. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 27(3):420-426.
- Senra, A. F. (2006) *Efeito do espaçamento entre linhas e de corte na produção de sementes de Brachiaria brizantha cvs. Marandu e Xaraés*. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- Shaban, M. (2013) Review on physiological aspects of seed deterioration. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(11):627.
- Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 pt. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de março de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 15 de maio de 2017.
- Silva, J. S. (2008) *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*, Viçosa: Aprenda Fácil, 560p.

- Silva, K. R. G., Villela, F. A. (2011). Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2), 331-345.
- Silva, A. L. M. S., Torres, F. E., Garcia, L. L. P., Mattos, E. M., Teodoro, P. E. (2014) Tratamentos para quebra de dormência em *Brachiaria brizantha*. *Revista de Ciências Agrárias*, 37(1):37-41.
- Simpson, G. M. (1990) *Seed dormancy in grasses*. Cambridge: Cambridge University Press, 297p.
- Smith, M. T., Berjak, P. (1995) Deteriorative changes associate with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kigel, J. D.; Galili, G. (Eds) *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, p.701-746.
- Souza, F. H. D de. (2001) *Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais*. São Carlos: Embrapa Sudeste, (Documento, 30) 43 p.
- Sulc, R. M. (1998) Factors affecting forage stand establishment. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 55(esp.):110-115.
- Tang, P. M., Fuente, R. K. D. (1986) The transport of indole-3-acetic acid in boron and calcium deficient sunflower hypocotyls segments. *Plant Physiology*, 81:646-650.
- Timossi, P. C., Durigan, J. C., Leite, G. J. (2007) Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, 66(4):617-622.
- Uraguchi, S., Fujiwara, T. (2011) Significant contribution of boron stored in seeds to initial growth of rice seedlings. *Plant and soil*, 340(1-2):435-442.

- Valle, C. B. (1990) Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT. *Estudos básicos visando ao melhoramento genético*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p.33, (Embrapa Gado de Corte, Documentos, 46).
- Valle, C. B., Jank, L., Resende, R. M. S., Bonato, A. L. V. (2003) Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: Evangelista, A. R., Reis, S. T., Gomide, E. M. (Eds.). *Forragicultura e pastagens: temas em evidência – sustentabilidade*. Lavras: Editora UFLA, p.179-225.
- Vilela, H. (2009) Séries gramíneas tropicais: gênero *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. MG5, Vitória). Belo Horizonte: Portal Agronomia. Disponível em: [http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_gramineas\\_tropicais\\_html](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_html). Acesso em: 09 dez. 2017.
- Vleeshouwers L. M., Bouwmeester H. J., Karssen C. M. (1995) Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of Ecology*, 83:1031–1037.
- Vranckx, G., Vandeloos, F. (2012) A season-and gap-detection mechanism regulates seed germination of two temperate forest pioneers. *Plant Biology*, 14(3):481-490.
- Vreugdenhil, D., Aarts, M. G. M., Koornneef, M., Nelissen, H., Ernst, W. H. O. (2004) Natural variation and QTL analysis for cationic mineral content in seeds of *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell & Environment*, 27:828–839.
- Walters, C. (1998) Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. *Seed Sci. Res.*, 8(2):223-244.
- Walters, C., Ballesteros, D., Vertucci, V. A. (2010) Structural mechanics of seed deterioration: standing the test of time. *Plant Science*, 179(6):565-573.

Welch, R. M. (1986) Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. *Advances in plant nutrition* (USA), 2:205-247.

Welch, R. M. (1999) Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. *Mineral nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications*. Food Products Press, New York, p.205-226.