



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS**

**JAMILLE CARDEAL DA SILVA**

**ÉPOCAS DE COLHEITA, ARMAZENAMENTO E  
SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE CAPIM-  
BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.)**

Feira de Santana - BA

2022

**JAMILLE CARDEAL DA SILVA**

**ÉPOCAS DE COLHEITA, ARMAZENAMENTO E  
SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE CAPIM-  
BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Feira de Santana- UEFS como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Bárbara França Dantas

Feira de Santana - BA

2022

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Silva, Jamille Cardeal da  
S82e Épocas de colheita, armazenamento e superação de dormência em sementes de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). / Jamille Cardeal da Silva. – 2022.

89 f.; il.

Orientadora: Bárbara França Dantas  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Feira de Santana, 2022.

1.FORAGEIRAS – SEMIÁRIDO. 2.GERMINAÇÃO. 3.QUALIDADE FISIOLÓGICA. I.DANTAS, BÁRBARA FRANÇA, ORIENT. II.UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA. III. TÍTULO.

CDU: 582.542.1

Maria de Fátima de Jesus Moreira - Bibliotecária - CRB-5/1120

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Monaliza Alves Diniz da Silva  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

  
Prof. Dr. Elza Alves Corrêa  
(Universidade Estadual Paulista)

  
Prof. Dr. Bárbara França Dantas  
(Embrapa Semiárido)  
Orientadora e Presidente da Banca

**Feira de Santana – BA  
2022**

*“Dedico aos meus pais Joana e Jackson, as minhas irmãs Jaqueline e Josiane, e os meus sobrinhos Maria Luiza e Benjamim por todo carinho e apoio, pois não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.”*

## AGRADECIMENTOS

Olá! Se você está lendo esta página na minha dissertação é porque eu consegui. Não pense você que foi fácil essa parte da minha vida. Vocês não imaginam o orgulho com que escrevo tudo isso. Lembrar de tudo que passei desde o processo seletivo até a minha conclusão é de se emocionar!

E é por isso que venho agradecer a todas as pessoas que de fato fizeram diferença durante essa caminhada árdua, porém gratificante.

Antes de tudo venho agradecer a Deus, Aquele que foi e sempre será o meu maior suporte e que me sustentou até aqui. Obrigada meu Senhor por nunca me abandonar e por todas as vezes que eu pensei em desistir o Senhor me pegou pelos braços e me fez continuar. Sem Ti eu não sou nada, toda honra e toda glória seja dada ao Senhor, meu Deus! JESUS CRISTO É O SENHOR.

Aos meus pais Joana e Jackson, por terem me dado toda educação, me ensinado valores morais e por sempre se doarem colocando os sonhos das suas filhas em primeiro lugar, não tenho palavras para descrever o tamanho do meu amor e da minha gratidão.

As minhas irmãs Josiane e Jaqueline que foram essenciais em todo os momentos da minha vida, vocês não têm noção do quanto eu sou grata a cada uma de vocês por toda ajuda.

Os meus amigos Andressa, Simonica, Jailton e Dinah por toda parceria e amizade sincera. Cada um de vocês possui um cantinho reservado no meu coração, desejo que Deus os abençoe infinitamente!

A minha orientadora Dra. Bárbara Dantas pela orientação prestada, por nunca desistir das minhas insistentes tentativas, por todo apoio e disponibilidade. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

Aos meus colegas do laboratório de Análises de Sementes (LASESA) por toda ajuda prestada na realização dos experimentos.

À Universidade Estadual de Feira de Santana por disponibilizar o curso, e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

À Embrapa Semiárido, por conceder o local e apoio às atividades de pesquisa para realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Á todos vocês os meus sinceros agradecimentos!

*A sabedoria oferece proteção, como o faz o dinheiro,  
Mas a vantagem do conhecimento é esta: a sabedoria  
preserva a vida de quem a possui. Eclesiastes 7:1*

SILVA, J. C. da. Épocas de colheita, armazenamento e superação de dormência em sementes de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p. 9, 2022.

Orientadora: Dra. Bárbara França Dantas

## RESUMO

A baixa oferta de forragem aos rebanhos nos períodos de estiagens vem sendo um grande desafio no semiárido nordestino, gerando impacto direto para os produtores dessa região. O capim-buffel é uma gramínea que apresenta uma ótima adaptação às condições edafoclimáticas por possuir grande resistência aos períodos de seca. O objetivo deste trabalho foi avaliar a maturação fisiológica e superação de dormência em sementes de *C. ciliaris*. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) tanto para as sementes armazenadas como para as sementes recém-colhidas, com esquema arranjos fatoriais 14 x 2 (quatorze genótipos e duas soluções de embebição, água / nitrato de potássio) e 6 x 2 (seis lotes de duas cultivares e duas soluções de embebição, água / nitrato de potássio), respectivamente. Foram avaliadas sementes de 14 genótipos colhidas em 2006 e armazenados durante 13 anos em câmara fria (10-12°), pertencentes ao Banco de *Cenchrus* da Embrapa Semiárido. As sementes oriundas de diferentes épocas de colheita foram coletadas ano de 2019 e mantidas em câmara fria e avaliadas de acordo com o período de colheita. Os dados foram analisados inicialmente para a verificação dos pressupostos da análise de variância. Foi aplicado o procedimento do ajuste com emprego dos Modelos Lineares Generalizados (MLG). Após a análise MLG foram analisadas as diferenças significativas dentro de cada Acesso, Tratamento e variáveis estudadas, por meio de comparações de pares de médias pelo teste post-hoc tukey a 5% de significância pelo programa estatístico R. A análise dos dados das sementes armazenadas revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para todas as características avaliadas, exceto germinação e germinação relativa. Para as sementes recém-colhidas, de acordo com a análise de variância, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos utilizados para superação da dormência das sementes de capim-buffel, em relação a germinação das sementes. Observou-se que os acessos ARIDUS colhidos em diferentes épocas do ano foram os que proporcionaram maior porcentagem de germinação quando tratadas com água destilada. Conclui-se que o tempo de armazenamento pode ter influenciado na qualidade fisiológica das sementes, superando a dormência das sementes armazenadas, mas diminuindo a qualidade fisiológica das mesmas. A utilização do  $KNO_3$  não mostrou eficácia para a superação da dormência das sementes recém-colhidas.

**Palavras-chave:** forrageiras. Semiárido. Germinação. Qualidade fisiológica.

SILVA, J. C. da. Harvest times, storage and dormancy overcoming in buffel grass seeds. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p - 10, 2022.

Orientadora: Dra. Bárbara França Dantas

#### ABSTRACT

The low supply of forage to the herds in the estimation periods has been a great challenge in the northeastern semi-arid region, generating a direct impact for producers in this region. The buffel grass is a grass that presents an excellent adaptation to the soil and climate conditions because it has great resistance to periods of drought. The objective of this work was to evaluate the solution and overcoming of dormancy in *C. ciliaris* seeds. Experimental design was used both completely randomized (DIC) for selected seeds - 6 x and freshly harvested seeds - scheme 14 and two solutions of embition, water / nitrate of potentially 14, water / nitrate of potentially. six lots of two cultivars and two imbition solutions, water/potassium nitrate), respectively. 4 years harvested from the cold chamber (1012°), belonging to the Semiarid Cenhus Bank. Seeds from crops or crops from different crops were made in 2019 and sustain in crops and crops harvests according to the year 2019 harvest period. Analyzed data was analyzed for verification of data analysis data . The adjustment procedure using Generalized Linear Models (GLM) was applied. MLG analysis analysis were made as significant differences within each accession, test and measurement comparison data, by means of statistical treatment %R. Relevant effect ( $p < 15$ ) for all traits0, differently germination and relative germination. For the newly harvested seeds, according to the analysis of variance, a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the treatments used to overcome the dormancy of buffel grass seeds, in relation to seed germination. Note that ARIDUS accessions harvested at different times of the year were the ones that provided the greatest amount of germination water when treated with distilled water. It is concluded that the quality of adjustment of the seeds may have quality of the same, but that quality of quality of the same. The use of unaccepted KNO3 to overcome the dormancy of newly harvested seeds.

**Keywords:** Forage. Semiarid. Germination. Physiological quality.

## LISTA DE FIGURAS

### REFERENCIAL TEÓRICO

**Figura 1:** Capim-buffel na forma de moita ou touceira

**Figura 2:** A- Inflorescências em forma de espigas; as espiguetas possuem gluma, lema e pálea que envolve toda a cariopse, B- Sementes fechadas em cerdas finas; sementes sem a presença do embrião, vazias (esquerda) e com a presença do embrião (direita).

**Figura 3:** Secção longitudinal da semente de capim-buffel sem o embrião (A e B). A-B. Cariopse de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) sem embrião. A = Secção longitudinal evidenciando endocarpo (end) e pericarpo (per) – Objetiva de 10x. B = Detalhes das células do endosperma– Objetiva de 40x. Estruturas do embrião de sementes de capim-buffel (C e D). Componentes do embrião de sementes de capim-buffel (*C. ciliaris*). C = Secção longitudinal da semente, em objetiva de 10x, evidenciando as estruturas do embrião; D = Semente germinada evidenciando a característica hipógea. (Adaptado de COELHO, 2013).

**Figura 4:** Estádio de maturação das sementes de capim-buffel. A = fase em que há divisão e expansão celular, B = mais conhecido como “rabo de raposa”, essa é a fase em que ocorre o aumento da matéria seca e C = é a fase que encerra a passagem de nutrientes da planta-mãe para a semente e começa o processo de dessecação.

### CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAPIM-BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.)

**Figura 1:** Sementes de capim-buffel apresentando raiz primária. A = semente apresentando invólucros protegendo o embrião. B = embrião germinado.

**Figura 2.** Sementes de capim-buffel. A = sementes com ausência (esquerda); e presença do embrião (direita); B = semente cortada ao meio para a identificação da presença de embrião.

### CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Cenchrus ciliaris* L. ORIUNDAS DE DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

**Figura 1:** Banco de germoplasma (BAG) de *Cenchrus ciliaris* L. da Embrapa Semiárido.

**Figura 2.** Montagem do teste de determinação do teor de água. A = pesagem das sementes e B = amostragem com duas repetições de 50 sementes de capim-buffel em cada repetição.

**Figura 3.** Montagem do teste de germinação de sementes de *Cenchrus ciliaris* L. A = semeadura das sementes em caixa gerbox sobre folha de papel mata-borrão e B = germinação das sementes e surgimento de plântulas.

**Figura 4.** Avaliação das plântulas *Cenchrus ciliaris* L. A = plântula normal e vigorosa, apresentando parte aérea e sistema radicular e B = plântulas anormais e não vigorosas.

**Figura 5.** Retirada das medidas da parte aérea e da raiz de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L.

**Figura 6.** Preparação para avaliação da biomassa seca das plântulas de *Cenchrus ciliaris* L. A = partes das plântulas acondicionadas em saco de papel e B = estufa de circulação de ar forçada.

**Figura 7.** Identificação de sementes de capim-buffel. A = identificação das sementes com auxílio do microscópio e bisturi, B = semente morta, C = presença de sementes duras (dormentes) e D = cariopse vazia e cheia.

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAPIM-BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.)**

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Deviance (ANODEV) para as sementes de 14 genótipos de *Cenchrus ciliaris* L. armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio 0,2% e água destilada.

**Tabela 2.** Germinação (G%) e germinação relativa (GR%) de sementes de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L. armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

**Tabela 3.** Plântulas normais (PN%) e anormais (PA%) de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L., oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

**Tabela 4.** Comprimento da raiz principal (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L., oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

**Tabela 5.** Biomassa seca da raiz (BSR) e parte aérea (BSPA) de plântulas de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L. oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

### **CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Cenchrus ciliaris* L. ORIUNDAS DE DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA.**

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Deviance (ANODEV) para as sementes de *Cenchrus ciliaris* L. oriundas de diferentes épocas de colheita e tratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e água destilada (H<sub>2</sub>O).

**Tabela 2.** Teor de água (TA%) e germinação (G%) de sementes de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

**Tabela 3.** Plântulas normais (PN%) e anormais (PA%) de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e água destilada (H<sub>2</sub>O).

**Tabela 4.** Comprimento da raiz principal (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

**Tabela 5.** Biomassa seca da raiz (BSR) e parte aérea (BSPA) de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

**Tabela 6.** Sementes mortas (SM), sementes duras (SD) e sementes vazias (SV) de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<b>%</b>	Porcentagem
<b>cm</b>	Centímetros
<b>g</b>	Gramas
<b>°C</b>	Graus celsius
<b>KNO<sub>3</sub></b>	Nitrato de Potássio
<b>H<sub>2</sub>O<sub>d</sub></b>	Água destilada
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio
<b>BAG</b>	Banco Ativo de Germoplasma
<b>PE</b>	Pernambuco
<b>RAS</b>	Regras para Análise de Sementes
<b>DIC</b>	Delineamento inteiramente casualizado
<b>CV.</b>	Cultivar
<b>G%</b>	Porcentagem de germinação
<b>GR%</b>	Porcentagem de germinação relativa
<b>PN</b>	Plântula normal
<b>PA</b>	Plântula anormal
<b>CR</b>	Comprimento da raiz
<b>CPA</b>	Comprimento da parte aérea
<b>BSR</b>	Biomassa seca da raiz
<b>BSPA</b>	Biomassa seca da parte aérea
<b>MLG</b>	Modelos Lineares Generalizados
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>ANODEV</b>	Análise de Deviance

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	18
REFERÊNCIAS .....	21
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	23
2.1. Importância socioeconômica do <i>Cenchrus ciliaris</i> L. ....	23
2.2. Características botânica e morfológica .....	24
2.3. Maturação fisiológica .....	27
2.4. Expressão da dormência em sementes de capim-buffel .....	30
2.5. Nitrato de potássio (KNO <sub>3</sub> ) .....	33
REFERÊNCIAS .....	34
1.INTRODUÇÃO .....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	47
3. RESULTADOS .....	50
4. DISCUSSÃO .....	55
5. CONCLUSÃO .....	58
REFERÊNCIAS .....	58
1.INTRODUÇÃO .....	65
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	66
2.1.Campo de produção de sementes .....	66
2.2.Época de colheita e qualidade das sementes .....	67
2.3.Teor de água das sementes .....	68
2.4.Teste de germinação .....	68
2.5Crescimento de plântulas (teste de vigor) .....	69
2.6.Análises estatísticas .....	72
3. RESULTADOS .....	73

4.	DISCUSSÃO .....	78
5.	CONCLUSÃO .....	84
	REFERÊNCIAS .....	84

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O sistema pecuário no nordeste brasileiro passa por limitação na produção de forragem até os dias atuais. Devido às grandes estiagens nessa região a escassez de alimentos para os animais é uma realidade muito frequente. A quantidade de gramíneas forrageiras nativas da Caatinga não é suficiente para suprir as necessidades dos ruminantes, sendo uma preocupação para os produtores principalmente nas épocas de secas. Com o aumento na demanda de forragem foi necessário introduzir espécies para auxiliar na nutrição desses animais e assim diversas gramíneas forrageiras passaram a ser estudadas e avaliadas para formação de pastagens com elevada produtividade. Dentre tantas gramíneas o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) se destacou e se tornou uma das gramíneas forrageiras mais indicadas devido sua eficiência do uso da água, facilidade de adaptar-se às condições adversas e seu enorme potencial forrageiro (MEDEIROS; DUBEUX JÚNIOR, 2008; MELO et al., 2010).

O capim-buffel é originário da África, Índia e Indonésia passando a ser explorado na Austrália por volta dos anos 1870-1880, onde existem diversos trabalhos sobre essa espécie (SANTOS et al., 2011) Segundo Oliveira (1993), o capim-buffel foi introduzido no Brasil no estado de São Paulo em 1952 e, posteriormente, trazido para o nordeste. Após essa forrageira passar por várias avaliações, foram identificadas características fundamentais, sendo uma das mais importantes a resistência aos períodos secos do ano. Na década de 60, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) ofereceu completo apoio para implantar milhares de hectares dessa forrageira no Semiárido brasileiro. Rapidamente, essa gramínea tornou-se a principal base alimentar cultivada e disponível para os animais dessa região (LIRA et al., 2004).

Ao passar dos anos, diversas cultivares têm sido utilizadas a exemplo da Biloela, Gayndah, Molopo e, por meio de estudos, outras cultivares vêm sendo desenvolvidas no Brasil, como as cultivares ARIDUS e CPATSA 7754, desenvolvidas pela Embrapa Semiárido. A caracterização dessa espécie bem como avaliações da qualidade fisiológica dos diásporos vem ajudando na busca por cultivares com enorme potencial forrageiro, com altos padrões produtivos, sendo capaz de elevar a produtividade dos rebanhos (BRUNO, 2015). As gramíneas forrageiras tropicais possuem importância econômica e social, sobretudo, em lugares como o semiárido que demanda uma grande quantidade de

alimentação para os animais. A variabilidade genética do *Cenchrus* é enorme e por isso essa espécie vem se destacando cada vez mais em estudos de exploração para novas cultivares com características desejáveis, como fácil adaptação ao clima e solo em que são inseridas, resistência a condições adversas, elevado valor nutritivo, entre outros (ARAÚJO, 2008). Entretanto, existem fatores que dificultam o seu uso, como a presença da dormência imposta nas sementes, esse é um fenômeno que vem despertando o interesse de estudiosos para conhecer e dominá-la (TEIXEIRA, 2008).

Na literatura, é frequentemente relatado que nas gramíneas forrageiras a dormência se dá a causas fisiológicas e é comumente expressada em sementes recém-colhidas e com o decorrer do tempo superada gradualmente durante o armazenamento, em alguns casos pode estar relacionada a causas físicas, tais como restrições impostas à cobertura da semente a entrada de O<sub>2</sub> (WHITEMAN; MENDRA, 1982). No caso do capim-buffel especificamente, sua dormência está ligada a causas fisiológicas, ou seja, o embrião possui mecanismos fisiológicos específicos, os quais acabam impedindo a protrusão da raiz primária sendo necessário métodos para superar essa dormência.

Muitos são os métodos de superação de dormência recomendados para a implementação de testes de laboratório em sementes de gramíneas e que variam de acordo com as espécies. No caso dessa gramínea é fortemente recomendado tratamento com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e tratamento com hormônios (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA, 2008). Já é comum utilizar o KNO<sub>3</sub> no umedecimento do substrato para superar a dormência e estimular a germinação de sementes, sendo ele um dos métodos mais recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) no tratamento de sementes de gramíneas (ISTA, 1985; BRASIL, 2009) pois, nessas sementes, a dormência seria ocasionada essencialmente pela presença de substâncias fixadoras de oxigênio no complexo película-pericarpo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O uso do KNO<sub>3</sub> é relatado com frequência devido ao efeito positivo que causa na germinação das sementes, pois os nitratos são um dos principais agentes de superação de dormência em numerosas espécies (MONTEIRO et al., 2008). O tratamento químico com o KNO<sub>3</sub> tem sido indicado desde muito antes como estimulador da germinação de sementes de gramíneas na concentração de 0.2% (WEST; MIROWSKI, 1989; BRASIL, 2009). Binotti et al. (2014), trabalhando com a gramínea forrageira *Brachiaria brizantha*,

cv. MG-5, constataram que as sementes embebidas em solução de  $\text{KNO}_3$  à 0,2%, germinaram mais.

Uma outra preocupação frequente tem sido em relação a época de colheita para a obtenção de sementes de qualidade. Entretanto, o conhecimento do amadurecimento e o momento certo para a coleta de sementes desta espécie ainda não foram totalmente estabelecidos. O amadurecimento da semente resulta em diversas mudanças sendo elas de caráter morfológico, bioquímico e fisiológico, essas mudanças ocorrem pelas influências genéticas e ambientais que vão desde a fecundação até a independência das sementes com a planta-mãe. Essas transformações englobam um conjunto de etapas preparatórias para o processo de germinação da semente, caracterizadas essencialmente pela síntese e acúmulo de reservas (MARCOS FILHO, 2015).

Segundo Oliver (1974), a época de colheita influencia diretamente na viabilidade da semente sendo esse um dos fatores mais preocupantes, pois uma semente colhida antes de completar todo seu processo de maturação, ou seja, verde, não apresentará resistência durante o armazenamento, por não estar completamente formada, em termos de substâncias de reserva. Condé e Garcia (1984) afirmam que para obter um material de alta qualidade, armazenamento eficiente e posteriormente uma boa germinação é necessário ter em mãos sementes maduras e de boa procedência. Por essa razão, as sementes devem ser coletadas completamente maduras (CARNEIRO, 1983).

Levando-se em consideração o enorme potencial a ser explorado e a necessidade existente de forrageiras para ajudar no problema da escassez de alimentos para os rebanhos nas épocas de estiagens, se faz necessário estudar cada vez o processo da maturidade fisiológica, os métodos para superação da dormência e a qualidade fisiológica dessas sementes.

Considerando que as sementes dormentes são aquelas que “depois de expostas a determinadas condições ambientais, seja durante a maturação, seja após esse processo, apresentam alterações restritivas das condições exigidas para germinação, efeito esse que apresenta caráter indutivo”, ou seja, pela experimentação do que pode ser passível de observação, podendo ser eliminada utilizando procedimentos adequados, conhecidos também como tratamentos de pós maturação ou de superação de dormência (LABOURIAU, 1983). Sendo assim, os estudos envolvendo a germinação de sementes

de capim-buffel no Brasil são de extrema importância para o conhecimento das características germinativas dessa espécie no nordeste brasileiro, visando, principalmente, à obtenção de mudas uniformes, que possam estabelecer uma cultura rentável.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar qualidade fisiológica, época de colheita e superação de dormência em sementes de *C. ciliaris* L., visando oferta de sementes de qualidade para o Semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S.A.C.; DEMINICIS, B.B.; CAMPOS, P.R.S.S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de zootecnia**, v. 57, p. 61-76, 2008.
- BINOTTI, F.F.S.; JUNIOR, C.I.S; CARDOSO, E.D.; HAGA, K.I.; NOGUEIRA, D.C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.4, p.614-618, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudas, p. 365, 2009.
- BRUNO, L.R.G.P. **Caracterização morfoagronômica e citogenética de capim buffel do banco ativo de germoplasma de *Cenchrus***. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, p. 42, 2015.
- CARNEIRO, J. G. A. **Curso de silvicultura I**. Curitiba: Escola de Florestas, 1983.
- CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargil, p. 429, 2012.
- CONDÉ, A.R.; GARCIA, J. **Armazenamento e embalagem de sementes**. Informe Agropecuário, v. 10, n. 111, p. 44-49, 1984.
- GARCIA, J.; CÍCERO, S.M. Quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agrícola**, v. 49, n. 1, p. 9-13, 1992.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - (ISTA). Biochemical test for viability: the topographical tetrazolium test. In: International rules for seed testing. Zurich, p. 1-30, 2008.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - (ISTA). International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, Zurich, v. 13, n. 2, p. 299-355, 1985.

LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, M.V.F. **Considerações sobre a produção leiteira no semiárido**. In: Nordeste Rural I, Anais... Aracaju, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, p. 560, 2015.

MEDEIROS, H.R.; DUBEUX JÚNIOR. Efeitos da fertilização com nitrogênio sobre a produção e eficiência do uso da água em capim-buffel. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 13-15, 2008.

MELO, P.M.C.; MELLO, A.C.L.; COSTA, L.A.D.S.; VIANA, B.L.; SILVA, C.I.O. **Características estruturais de gramíneas forrageiras exóticas na fase de estabelecimento**. Caruaru-PE. In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO JEPEX 2010, UFRPE, 2010.

MONTEIRO, T.M.A.; SANTOS, P.C.M.; SILVA, C.S.; SILVA, D.E.M.; PEREIRA, B.W.F.; FRANÇA, S.K.S.; JÚNIOR, J.F.S.; FREITAS, J.M.N. Ação do nitrato de potássio na germinação de sementes de pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 2411-2414, 2008.

OLIVEIRA, M.C. **Capim-buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993. (Circular técnica, 27).

OLIVER, W.W. Seed maturity in white fir and red fir. **USDA, forest service research**. Paper PSW-99. Berkeley: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, 1974.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth, p. 682, 1991.

SANTOS, R. M.; VOLTOLINI, T. V.; ANGELOTTI, F.; MOURA, M. S. B. E SANTOS, I. G. Aptidão climática do capim-búffel. **Revista Científica de Produção Animal**, v.13, p. 23- 27, 2011.

SILVA, A.B.; LANDGRAF, P.R.C.; MACHADO, G.W.O. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. **Ciências Agrárias**, v. 34, p. 657-662, 2013.

TEIXEIRA, E.C. **Tratamento térmico de sementes de Capim-Buffel e rendimento forrageiro em função da adubação fosfatada**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, p. 68, 2008.

WEST, S.H.; MAROUSKY, F. Mechanism of dormancy in Pensacola Bahiagrass. **Crop Science**, v. 29, n. 3, p. 781-791, 1989.

WHITEMAN, P.C.; MENDRA, K. Efeitos de tratamentos de armazenamento e de sementes na germinação de *Brachiaria decumbens*. **Semente de Ciência e Tecnologia**, v. 10, p. 233-242, 1982.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Importância socioeconômica do *Cenchrus ciliaris* L.

No Nordeste brasileiro a Caatinga é a vegetação predominante, a qual oferece uma das principais fontes de alimento para os rebanhos criados nessa região, com espécies capazes de produzir forragem de qualidade aos animais. Entretanto, a vegetação nativa não é suficiente para atender as necessidades das atividades pecuaristas, que demandam uma grande quantidade de forragem, tornando-se necessário introduzir espécies para auxiliar nessa nutrição.

A pecuária no Nordeste é uma das atividades mais importantes, possuindo grande impacto não só econômico, mas também social. Nesta região, poucas são as alternativas existentes capazes de suprir a alimentação dos rebanhos, especialmente nos períodos de transição chuvosa para os períodos secos do ano.

Várias são as gramíneas, nativas e exóticas, que têm sido estudadas, no decorrer dos anos, para aumentar e diversificar as pastagens, buscando elevada produtividade e sobretudo resistência aos longos períodos de estiagens. Dentre estas se destaca principalmente o capim-buffel (MOREIRA et al., 2007). Essa gramínea, muitas das vezes, é escolhida pelos pecuaristas devido à sua ótima capacidade produtiva, se tornando uma excelente alternativa para alimentação dos animais.

O capim-buffel, se tornou uma das melhores gramíneas forrageiras no Brasil, principalmente na região semiárida, devido sua fácil adaptação às condições ambientais adversas, adaptação ao baixo índice pluviométrico, elevada produtividade de forragem, além de possuir resistência aos períodos de secas prolongadas (MELO et al., 2010). Além do mais, esse capim possui alta digestibilidade, valor nutritivo e boa palatabilidade, contando, ainda, com grande precocidade na produção de sementes, a qual é importante na manutenção da população de plantas (OLIVEIRA, 1993). Na prática, o capim-buffel é uma das principais gramíneas forrageiras cultivadas em importantes regiões produtoras de ruminantes do Semiárido brasileiro.

A grande aceitação do capim-buffel pelos pecuaristas, como a planta forrageira mais adaptada às condições semiáridas, possibilitou inúmeras avaliações para conhecer ainda mais sobre essa espécie, cujos resultados incluíram diversos aspectos do seu cultivo, manejo e utilização (OLIVEIRA, 1993). Segundo Moreira et al. (2006), quando se busca

produtividade e persistência de gramíneas em regiões áridas ou semiáridas, o capim buffel se destaca. A forma de moita ou touceiras (Figura 3), crescimento do capim, aumenta ainda mais sua proteção contra o pisoteio, tendo como característica permanecer como “feno em pé”, que é quando o capim alto é desidratado naturalmente no campo, além de que, permite conservar-se por um longo período, sem se decompor, como acontece com a maioria das plantas nativas (TEIXEIRA, 2008).



**FIGURA 1:** Capim-buffel na forma de moita ou touceira. *Foto:* Autoral.

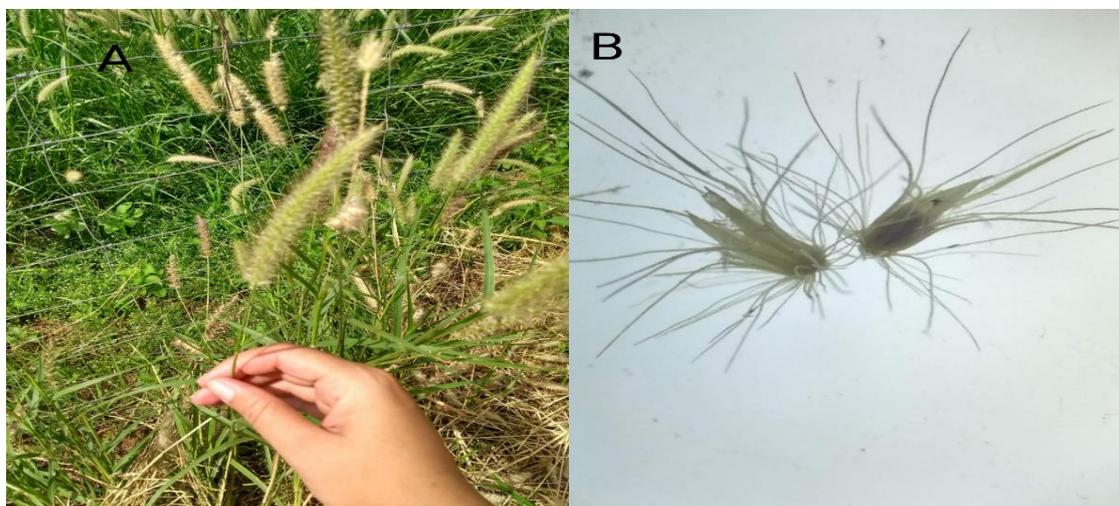
Cada espécie vegetal adota diferentes características em função da sua produtividade e desempenho em campo, bem como seu potencial produtivo frente às condições climáticas e zona fisiográfica, todos esses atributos são importantes para desenvolver e sustentar a pecuária em cada região (SANTOS et al., 2003).

## 2.2. Características botânica e morfológica

O capim-buffel é da família Poaceae, subfamília Panicoideae, gênero *Cenchrus*, espécie *C. ciliaris* L., sin. *Pennisetum cenchroides* (TEIXEIRA, 2008). A família Poaceae é formada por cerca de 700 gêneros e 10.000 espécies amplamente distribuídas pelo mundo, com características únicas como fruto tipo cariopse e embrião lateral bem diferenciado, combinação única entre as monocotiledôneas (GRASS PHYLOGENY WORKING GROUP - GPWG, 2001).

O capim-buffel, é uma espécie perene, possuindo crescimento variável entre 0,6 até 1,5 m de altura, isso pode mudar de acordo com a cultivar ou variedade, seus colmos são finos e sua base intumescidas (BARROS, 2010). Mesmo possuindo colmos finos, a base intumescida possibilita acumular uma enorme quantidade de reservas de carboidratos, conferindo a essa planta resistência nos períodos de seca, grande capacidade de rebrota, além da habilidade de crescimento em condições de baixa precipitação (MARSHALL et al., 2012). Esses atributos contribuem para uma persistência diferenciada, mesmo em condições consideradas adversas e na maioria das vezes limitantes no semiárido brasileiro.

O capim-buffel possui folhas planas, lisas e retas, medindo de três a dez milímetros na sua largura, o seu comprimento pode chegar até trinta centímetros, as inflorescências são em forma de espigas, e suas sementes fechadas em cerdas finas, as espiguetas possuem gluma, lema e pálea que envolvem toda a cariopse (Figura 2); apresenta um sistema radicular bem desenvolvido e profundo, o que ajuda tanto na fixação no solo como também na busca de nutrientes para sua sobrevivência, ainda estão presentes rizomas com maior ou menor desenvolvimento (AYERZA, 1995).



**Figura 2:** A- Inflorescências em forma de espigas; as espiguetas possuem gluma, lema e pálea que envolve toda a cariopse, B- Sementes fechadas em cerdas finas; sementes sem a presença do embrião, vazias (esquerda) e com a presença do embrião (direita). Foto: Autoral.

O conhecimento morfológico de uma espécie forrageira, bem como suas interações como o meio ambiente em que está inserida, aliado ao manejo correto, visa,

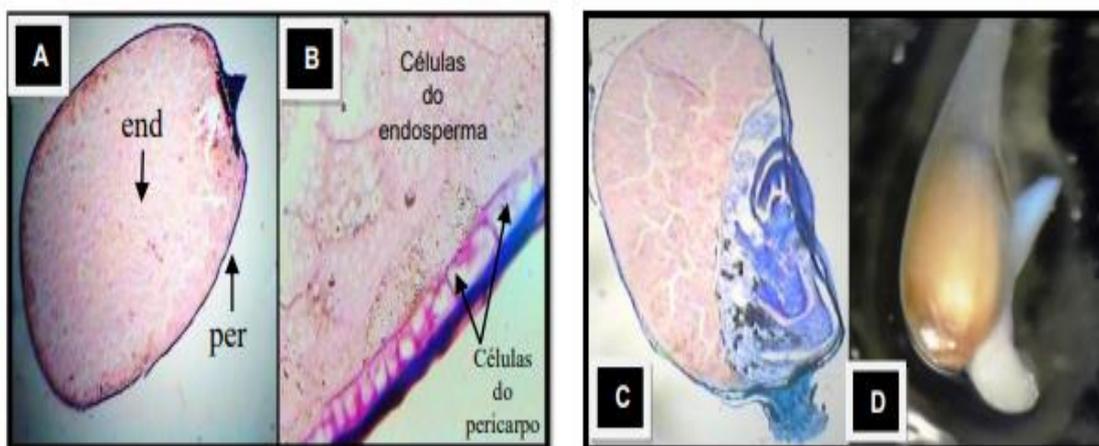
através de estudos, assegurar a sustentabilidade das pastagens, com o intuito de contribuir para o aumento e eficiência da atividade pecuária (REZENDE et al., 2004). Sabe-se que o ambiente interfere no desenvolvimento da planta e que os níveis de temperatura, de luz, umidade e disponibilidade de nutrientes estão atrelados às respostas morfológicas e fisiológicas da planta.

O capim-buffel é considerado uma planta apomítica, com formação de sementes sem fecundação, fenômeno descrito em cerca de 15% das famílias das angiospermas. As espécies apomíticas estão distribuídas entre as famílias Gramineae (Poaceae), Asteraceae e Rosaceae (DALL'AGNOL; SCHIFINO-WITTMANN, 2005). Apomixia se dá através da reprodução assexuada onde o embrião se desenvolve no ovário a partir de uma célula somática do óvulo, quando isso acontece, ocorre o desenvolvimento de sementes férteis, sem haver a fecundação dos gametas masculino e feminino (KOLTUNOW, 1993). Esse evento irá resultar em uma planta geneticamente igual à planta mãe. A apomixia possibilita uma oportunidade única de clonagem natural de plantas através da semente e por isso tem papel fundamental no melhoramento genético vegetal (HANNA; BASHAW, 1987).

A apomixia pode acontecer de forma obrigatória, onde não existe a reprodução sexual, e também facultativa onde a planta produz descendentes tanto de origem sexual bem como de origem apomítica. No *C. ciliaris* a reprodução por apomixia tem dominância sobre a reprodução sexual, sendo que plantas sexuais obrigatórias é algo raro na natureza (KUMAR et al., 2015; YADAV et al., 2012). Embora a ocorrência de plantas que se reproduzem de forma sexuada dessa espécie seja baixa, é importante a obtenção de genótipos sexuais e/ou apomíticos facultativos tanto para o estudo da variabilidade genética como também cruzamentos nos programas de melhoramento genético da espécie (QUIROGA et al., 2013).

O embrião das sementes da família Poaceae é formado por: escutelo (cotilédone), coleóptilo, plúmula, mesocótilo, radícula e coleoriza (FERRI, 2007). Cada semente está inserida em um fruto seco, do tipo cariopse, o qual corresponde ao fruto característico das Poáceas. Vale ressaltar que, a morfologia da cariopse pode mudar de acordo com as espécies (LIU et al., 2005).

A imagem adaptada de Coelho et al. (2013) caracteriza as principais estruturas presentes na semente de Capim-buffel (*C. ciliaris*), cv. Biloela (Figura 3).



**FIGURA 3:** Secção longitudinal da semente de capim-buffel sem o embrião (A e B). A-B. Cariopse de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) sem embrião. A = Secção longitudinal evidenciando endocarpo (end) e pericarpo (per) – Objetiva de 10x. B = Detalhes das células do endosperma– Objetiva de 40x. Estruturas do embrião de sementes de capim-buffel (C e D). Componentes do embrião de sementes de capim-buffel (*C. ciliaris*). C = Secção longitudinal da semente, em objetiva de 10x, evidenciando as estruturas do embrião; D = Semente germinada evidenciando a característica hipógea. (Adaptado de COELHO, 2013).

### 2.3. Maturação fisiológica

A produção de sementes é um processo um tanto complexo e condicionado por uma série de fatores característicos e bem definidos. A maturação de uma semente adota processos caracterizados por desencadeadas mudanças morfológicas, fisiológicas e funcionais (ÁVILA et al., 2009), todos esses processos podem ou não interferir na qualidade das sementes, podendo ter ligação com o período de colheita (SARTOR; MULLER; MORAES, 2010). Para que se obtenha sucesso no plantio de culturas multiplicadas sexualmente como é o caso do capim-buffel, é necessário o uso de sementes de boa procedência, além da qualidade superior, sendo esses atributos influenciados diretamente pelo momento de colheita e sobretudo pela maturidade fisiológica das sementes.

Estudar a maturação das sementes é um fator crucial para estabelecer o ponto ideal de colheita, objetivando alta produção e qualidade. Quando as sementes atingem o seu grau de maturação fisiológica quer dizer que essas sementes atingiram o seu máximo de germinação e vigor. Esse momento varia de espécie para espécie, de acordo com a cultivar e as condições ambientais (MAIA et al., 2011).

A maturação fisiológica é alcançada quando a semente está perto de se desligar da planta mãe, apresentando nesse caso o máximo acúmulo de massa seca (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015). A semente pode apresentar a capacidade de germinar mesmo nos estádios iniciais do seu desenvolvimento, no entanto, a maturação fisiológica só é confirmada quando essas sementes atingem o seu máximo vigor e o seu grau de deterioração é mínimo, e é expresso pela longevidade das sementes sob condições adversas (BEWLEY et al, 2013; MARCOS FILHO, 2015).

Segundo Oliveira et al. (2005), em um lote de sementes, aquelas classificadas como pequenas poderão apresentar dificuldades na emergência de plântulas e baixo vigor em comparação com sementes médias e grandes. Carvalho e Nakagawa (2012) mencionam que, as sementes maiores tendem a armazenar grande quantidade de reservas nutricionais durante o seu desenvolvimento, permitindo que os seus embriões sejam mais desenvolvidos, considerando-se assim sementes de maior vigor. Quando há um aumento dessas reservas a probabilidade de sucesso das plântulas e conseqüentemente dessa população em campo é maior (LORENZI, 2008), permitindo que haja uma sobrevivência superior mesmo em condições adversas.

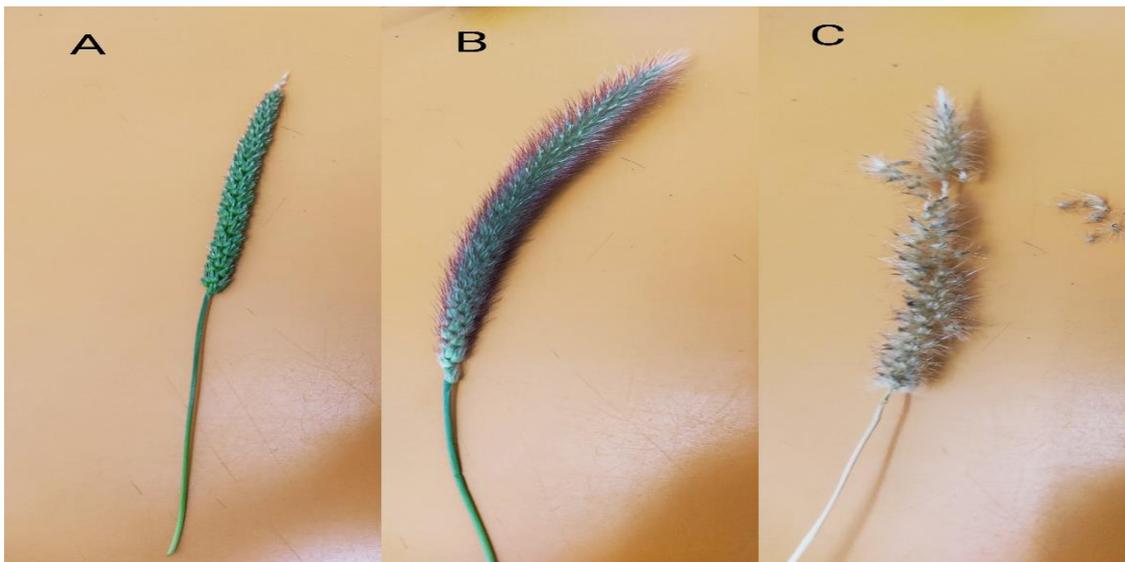
De acordo com Dias (2001), o estudo do amadurecimento das sementes baseia-se nas mudanças do tamanho, teor de água, conteúdo de massa seca, germinação e vigor. Diversos trabalhos têm sido feitos em relação à maturação fisiológica de sementes, os quais apontam o ponto de máximo conteúdo de massa seca, como o indicativo mais seguro para afirmar que a semente atingiu a sua maturidade. Inicialmente quando o óvulo é fecundado ele sofrerá constantes mudanças de aspectos fisiológicos, morfológicos e bioquímicos, todas essas modificações influenciarão na formação da semente quando esta estiver madura, essas implicações são conferidas pelo processo de maturidade da semente (DIAS, 2001). O estudo aprofundado a fim de obter informações sobre desempenho das espécies é pertinente à sua produção, o que permite estabelecer a época mais propícia para a coleta dessas sementes (GEMAQUE et al., 2002).

Quando se estuda a qualidade das sementes, normalmente, deve-se abranger avaliações fisiológicas e físicas, as quais trarão informações sobre o estabelecimento das plântulas em campo (SANTOS et al., 2012). Lima et al. (2014) abordaram que análises do teor de água, caracterização biométrica e peso de mil sementes são avaliações comumente utilizadas em laboratório de sementes para estudo de caráter físico.

Usualmente, o teste de germinação é empregado para avaliar a qualidade fisiológica de um lote de sementes, no entanto, a realização desse teste é feita em condições favoráveis levando a semente a não expressar todo seu potencial em campo. Ainda, a qualidade fisiológica compreende também o vigor, portanto é crucial o emprego de testes de vigor (LIMA et al., 2014). As sementes podem apresentar comportamento diferenciado quanto à viabilidade e vigor em relação ao seu local de origem, já que as condições edafoclimáticas podem interferir na fenologia da planta e no desenvolvimento e maturação das sementes. Malavasi et al. (2018) afirmam que as demais interações como genótipo e ambiente complementam a adaptação genética das espécies a determinado lugar.

A maturação fisiológica coincide com o momento exato que encerra a translocação de massa seca da planta para a semente, e esse é o momento que o potencial fisiológico é elevado. Partindo desse ponto, seria ideal que a colheita das sementes fosse efetuada nesse momento. Entretanto, a dificuldade de determinar o ponto exato da coleta é incerto, visto que, no ponto de maturação fisiológica, a semente está com um grau de umidade muito elevado, de outro lado, a demora da colheita a partir desse ponto ocasiona diversos inconvenientes, estabelecido pela exposição relativamente demorada das sementes às condições adversas do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

Observa-se na Figura 4 as mudanças que ocorrem durante a maturação da semente de capim buffel. O crescimento da semente é compreendido desde a fecundação até a maturação fisiológica e esse processo se divide em quatro fases conforme estudos clássicos de Pollock e Ross (1972), Dure III (1975) e Adams e Rinne (1980). Sendo assim, as fases I e II são determinadas pela divisão e expansão celular, seguido da deposição de reservas e aumento da massa seca (fase III). Em seguida inicia-se o processo de dessecação (fase IV), onde haverá a redução do conteúdo de água, sem que isso interfira significativamente na massa seca.



**Figura 4:** Estádio de maturação das sementes de capim-buffel. A = fase I e II em que há divisão e expansão celular, B = mais conhecido como “rabo de raposa”, essa é a fase III em que ocorre o acúmulo da massa seca (enchimento da semente) e C = é a fase IV que encerra a passagem de nutrientes da planta-mãe para a semente e começa o processo de dessecação e degrana. *Foto:* Autoral.

#### 2.4. Expressão da dormência em sementes de capim-buffel

A germinação e o vigor da semente ou de um lote de sementes desempenham um papel decisivo e de extrema importância na implantação da cultura e seu estabelecimento. A qualidade das sementes em espécies como o capim-buffel é um fator importante no momento da semeadura e frequentemente é associado à maturidade, dormência e deterioração que ocorrem no armazenamento (CLEMENTS; CAMERON, 1980). Conhecer os atributos de qualidade de uma semente é essencial para alcançar uma produtividade desejada.

A produção de sementes com tamanhos mais uniformes e qualidade elevada dependerá do seu potencial fisiológico, impactando positivamente, a produção final (MARCOS-FILHO, 2015). A qualidade da semente pode interferir diretamente na emergência da plântula, formação da muda, e por conseguinte no estabelecimento do estande em campo (FELIPPI et al., 2012). O sucesso do cultivo irá depender da espécie utilizada, genótipo, das qualidades fisiológica, física e sanitária das sementes e consequente das plântulas ou mudas desenvolvidas (FERRAZ; ENGEL, 2011). Foi evidenciado por Araújo et al. (2018) como características de qualidade das mudas: caule

resistente, sistema radicular inteiro, condição nutricional elevada e ausência de microrganismos patogênicos.

Qualquer que seja a finalidade da produção de mudas, seja para fins econômicos, reflorestamento, conservação, entre outros; é necessário o conhecimento morfológico e fisiológico da semente da espécie que se vai trabalhar para obter êxito na produção final. Existem dois procedimentos de análise de qualidade de sementes, a fisiológica que irá avaliar questões internas das sementes e a morfológica fundamentada em noções físicas, sendo que uma não anula a outra, e que, de modo geral irão se complementar, pois questões de características morfológicas podem estar ligadas com manifestações físicas de suas atividades fisiológicas (HAASE, 2008).

Para formar pastos com essa gramínea a maneira mais fácil é, sem dúvida, por reprodução sexuada, ou seja, por sementes; a reprodução assexuada é considerada inviável. Suas sementes apresentam dificuldades para germinar tanto em laboratório quanto no campo, e a causa principal que colabora para que isto ocorra é a presença de dormência. Do ponto de vista fisiológico, a qualidade é representada pela capacidade das sementes de desempenhar funções vitais e pode ser avaliada por germinação, viabilidade, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1977).

Entende-se por dormência o fenômeno pela qual as sementes, mesmo viáveis e em condições ambientais favoráveis (temperatura, água, oxigênio) não conseguem germinar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A compreensão dos aspectos germinativos e dos fatores que influenciam esse processo é fundamental para o manuseio correto de qualquer forrageira, pois a semente da maioria das espécies de gramínea forrageira apresenta algum tipo de dormência, seja ela do tipo embrionária, fisiológica ou física (CARDOSO, 2009). A dormência das sementes de gramínea é controlada por mecanismos dentro da estrutura que abrange o embrião e / ou mecanismos dentro do embrião ou uma combinação dos dois (ADKINS et al., 2002).

Uma dormência prolongada em sementes de capim-buffel, pode levar 12 meses ou mais (Winkworth, 1971). De acordo com Namur et al., (2014), no caso específico de *C. ciliaris*, o estágio de dormência é determinado por um período entre 16 a 20 meses a partir da colheita e progressivamente suprimido durante o armazenamento. Butler (1985) propôs que o mecanismo de dormência se encontra dentro da cariopse, e não nas estruturas associadas do fascículo. Entretanto, Hacker e Ratcliff (1989) relatam que a

dormência desse capim é parcialmente causada pelo fascículo, e possivelmente também uma dormência induzida durante o período de inverno.

Algumas espécies podem germinar rapidamente durante o verão, quando temperatura e precipitação são ideais a elas, mas dificilmente germinam no período de inverno, quando a baixa temperatura predomina, o que seria prejudicial para as mudas apesar do alto potencial hídrico do solo (LARCHER, 2003; DE LA BARRERA; NOBEL, 2003). No caso do *C. ciliaris*, a germinação para esta espécie aomítica pode ocorrer sob temperaturas que variam de 10 a 40 ° C, com uma temperatura ótima por volta de 25 a 30 ° C (MARSHALL et al. 2012; WINKWORTH, 1971).

A dormência é um mecanismo que distribui a germinação em intervalos de tempo, assegurando a sobrevivência das espécies no ambiente (FERREIRA et al., 2013). Normalmente os estudos com gramíneas forrageiras focam no potencial produtivo e na qualidade nutricional, sendo homologo a importância sobre os conhecimentos que facilitam a propagação dessas espécies. Sob condições de campo, as sementes que apresentam dormência germinam mais tarde e conseqüentemente não podem competir com plantas já desenvolvidas (VAN ASSCHE et al., 2003).

Diversos motivos ressaltam a importância de conhecer e dominar o fenômeno da dormência de uma semente de gramínea, com destaque para a produção de plântulas mais uniformes e o rápido sucesso das pastagens (TEIXEIRA, 2008). O capim-buffel é uma excelente alternativa de plantio tanto para enriquecer os pastos nativos quanto para formação de pastos consorciados no Nordeste semiárido brasileiro (SILVA et al., 2011), no entanto, devido a presença de dormência nas sementes há uma enorme dificuldade na implantação e rápida multiplicação dessa espécie.

Várias medidas físicas, mecânicas, químicas e biológicas são utilizadas para superar a dormência em sementes de gramíneas forrageiras (COOK; DOLBY, 1981). Butler (1985) avaliando o efeito da pré-secagem, nitrato de potássio e pré-resfriamento sobre dormência de sementes de capim-buffel, obteve um percentual de germinação que variou de 7 a 37% com a pré-secagem, porém o pré-resfriamento e a utilização do nitrato de potássio não surtiram efeito sobre a germinação das sementes, sugerindo pouca aplicação comercial desses tratamentos. Todavia, o nitrato de potássio é eficiente no estímulo da germinação em sementes de gramíneas com dormência atuando na via pentose monofosfato, importante nas etapas de germinação precoce (ISTA, 2009).

A Regras Internacionais de Análise de Sementes (ISTA, 2012), oferece critérios gerais para superar a dormência em diferentes espécies de plantas, ao quais a maioria pertence à família Poaceae. Esses métodos devem ser aplicados além do teste padrão de germinação, se a dormência estiver afetando o lote de sementes.

### 2.5. Nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)

Sabe-se que a superação de dormência por meios químicos é usualmente empregada tanto para uso laboratorial como industrial e que vem sendo investigada e testada rotineiramente através de estudos, especificamente com a utilização de nitratos e hormônios (ELLIS et al., 1985; BRASIL, 2009).

Fazer com que um lote de sementes germine de forma rápida e homogênea é de interesse de todos os tecnólogos de sementes, entretanto, diversas espécies de gramíneas forrageiras tendem a apresentar complicações durante a germinação e emergência de plântulas devido a presença de dormência. Esse fenômeno é comumente encontrado em sementes recém-colhidas e superado gradualmente durante o armazenamento. Marcos-Filho (2015) relata que, em gramíneas forrageiras a dormência fisiológica é a que predomina, e está ligada a ação de substâncias inibidoras da germinação.

Para o estabelecimento de pastagens é de suma importância que se utilize sementes de qualidade fisiológica elevada, quesitos esses representados pela germinação e vigor, pois sementes que não possuem esses atributos não têm a capacidade de produzir plântulas vigorosas. Porém, a dormência imposta nas sementes dificulta tanto a avaliação da qualidade fisiológica como também a implantação do campo, havendo a necessidade de empregar procedimentos para a superação desse problema. O uso de métodos para superação da dormência é indispensável, para que se possa conduzir os testes de germinação e vigor, principalmente os que avaliam as plântulas, e conseqüentemente avaliar a qualidade das sementes.

O emprego do KNO<sub>3</sub> tem sido avaliado como método de superação da dormência em análises de laboratório, sendo um dos procedimentos recomendados pela RAS (Brasil, 2009) para essa finalidade em espécies de Poáceas. Torres e Lenne (1988) e Garcia e Cícero (1992), verificaram que o emprego de KNO<sub>3</sub> em sementes de *Brachiaria dictyoneura* e *B. brizantha* cv. Marandu, respectivamente, foi benéfico.

Mesmo que o uso do  $\text{KNO}_3$  em sementes de gramíneas seja fortemente recomendado, o efeito isolado do íon nitrato pode se tornar pouco expressivo na semente, entretanto, em sinergia com a luz ou temperaturas alternadas, o efeito é altamente estimulante, apresentando respostas rápidas e positivas (ROBERTS, 1972). A eficácia do uso de  $\text{KNO}_3$  aplicado no substrato de germinação das sementes é comumente abordado na literatura, sendo os nitratos um dos principais agentes químicos utilizados para superar a dormência em numerosas espécies, inclusive em espécies de gramíneas forrageiras (MONTEIRO et al., 2008).

Dependendo do grau de dormência utiliza-se tratamentos para auxiliar na germinação da semente, esses tratamentos são aplicados com o intuito de aumentar e acelerar a germinação, inclusive de sementes de baixo vigor (CORDAZZO; HACKBART, 2009; CARDOSO et al., 2014). A ação do nitrato como agente de superação de dormência aparece em função de suas características oxidante e aceptora de elétrons, reduzindo a forma de nitrito no interior das sementes, reoxidado o NADPH e aumentando a disponibilidade de NADP para a redução das desidrogenases, possibilitando o estímulo da via pentose fosfato e auxiliando na superação da dormência das sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

## REFERÊNCIAS

ADAMS, C.A.; RINNE, R.W. Moisture content is a controlling factor in seed development and germination. **International Review of Cytology**, v. 68, p. 1-8, 1980.

ADKINS, S.W.; BELLAIRS, S.M.; LOCH, D.S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. **Euphytica**, v. 126, p. 13-20, 2002.

ARAÚJO, M.M.; NAVROSKI, M.C.; SCHORN, L.A.; TABALDI, L.A.; RORATO, D.G.; TURCHETTO, F.; ZAVISTANOVICZ, T.C.; BERGHETTI, A.L.P.; AIMI, S.C.; TONETTO, T. S.; GASPARIN, E.; KELLING, M.B.; ÁVILA, A.L.; DUTRA, A.F.; MEZZOMO, J.C.; GOMES, D.R.; GRIEBELER, A.M.; SILVA, M.R.; BARBOSA, F.M.; LIMA, M.S. **Caracterização e análise de atributos morfológicos e fisiológicos indicadores da qualidade de mudas em viveiro florestal**. In: ARAÚJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura. Ed. Santa Maria: UFSM, 2018.

AVILA, A.L.D.; ARGENTA, M.D.S.; MUNIZ, M.F.B.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.

AYERZA, R. **Capim-búfel: utilidade e manejo de uma gramínea promissora.** João Pessoa: A União, p. 128, 1995.

BARROS, I.C. **Composição bromatológica de cultivares de capim Buffel em diferentes estações do ano submetidos à adubação nitrogenada.** Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, 2010.

BARROS, T.F. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas.** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Brasil, 2006.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. **Ecology of soil seed banks.** San Diego, Academic Press, 1989.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination.** San Diego: Academic Press; p. 1586, 2014.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy,** Third Edition. Nova York: Springer, p. 392, 2013.

BHATTARAI, S.P.; FOX, J.; GYASI-AGYEI, Y. Improving the germination of buffelgrass seeds by acid treatment for the rapid establishment of vegetation in rail beaters. **Journal of Arid Environments,** v. 72, p. 255–262, 2008.

BIAN L, YANG L.; WANG J.; SHEN H. Effects of KNO<sub>3</sub> pretreatment and temperature on seed germination of *Sorbus pohuashanensis*. **Journal of Forest Research** v. 24, p. 309-316, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudas, p. 365, 2009.

BUTLER, J.E. Germination of buffel grass *Cenchrus ciliaris*. **Seed Science and Technology,** v. 13, p. 583–592, 1985.

CARDOSO, E.D.; SÁ, M.E.; HAGA, K.I.; BINOTTI, F.F.S.; NOGUEIRA, D.C.; VALÉRIO FILHO, W.V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. Semina: **Ciências Agrárias,** v. 35, p. 21-38, 2014.

CARDOSO, V.J.M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.

CASANOVA, L.; CASANOVA, R.; MORET, A.; AGUSTÍ, M. The application of gibberellic acid increases berry size of "Emperatriz" seedless grapes. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 4, p. 919-927, 2009.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 640, 2005.

CLEMENTS, R.J.; AND D.J.; CAMERON. Collecting and Testing Tropical Forage Plants. **Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization**. Melbourne, Australia, p. 154, 1980.

COOK, S.J.; DOLBY, G.R. Establishment of buffel grass, green panic and sirataro from seed broadcasting into a spear grass pasture in southern Queensland. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 32, p. 749-759, 1981.

CORDAZZO, C.V.; HACKBART, V.C.S. Efeitos da temperatura, lixiviação,  $KNO_3$ ,  $GA_3$  e escarificação sobre a germinação das sementes de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**; v. 31, n. 1, p. 79-84, 2009.

COELHO, D. F. O. **Germinação e morfo-anatomia em sementes de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) cv. Biloela**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal. Área de concentração em Produção, manejo e conservação de forragem) Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, p.57-58, 2013.

DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M.T. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 2, p. 127-133, 2005.

DANTAS, B.F.; ALVES, E.; ARAGÃO, C.A.; TOFANELLI, B.D.; CORRÊA, M.R.; RODRIGUES, J.D.; CAVARIANI, C. E NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (link) hitchc.) tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 27-34, 2001.

DE LA BARRERA, E.; NOBEL, P.S. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. **Journal Arid Environ**, v. 53, p. 297-306, 2003.

DIAS, D. C. **Maturação de Sementes**. SEED NEWS, 2001.

DURE III, L.S. Seed formation. **Annual Review Plant Physiology**, n.26, p. 259-278, 1975.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.- Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.177-181, 1993.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.E.; ROBERTS, E.H. Handbook of seed technology for genebanks: compendium of specific germination information and test recommendations. Roma: **IBPGR**, v. 2, n. 1, p. 211-667, 1985.

FELIPPI, M.; MAFFRA, C.R.B.; CANTARELLI, E.B.; ARAÚJO, M.M.; LONGHI, S.J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012.

FERRAZ, A.V.; ENGEL, V.L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. EX DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERREIRA, C.; LOPES, I.; LÚCIO, A.F.N. Métodos para superar a dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Engenharia Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 43-47, 2013.

FERRI, M.G. **Botânica: Morfologia Interna das Plantas (Anatomia)**. 488f. Ed. São Paulo, 2007.

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

GEMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, v.8, n.2, p. 84-91, 2002.

GRASS PHYLOGENY WORKING GROUP - GPWG –. Phylogeny and subfamilial classification of grasses (Poaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 88, p. 373-457, 2001.

HAASE, D.L. Understanding Forest Seedling Quality: Measurements and Interpretation. **Tree Planters Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HANNA, W.W., BASHAW, E.C. Apomixis: its identification and use in plant breeding. **Crop Science** v. 27, p. 1136-1139, 1987.

HACKER, J.B.; RATCLIFF, D. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provinces. **Journal of Applied Ecology**, v. 26, n. 1, p. 201–212, 1989.

IKEDA, F.S.; CARMONA, R.; MITJA, D.; GUIMARÃES, R.M. Luz e KNO<sub>3</sub> na germinação de sementes de *Tridax procumbens* sob temperatura constante e alternada. **Planta Daninha**; v. 26, n. 4, p. 751-756, 2008.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - (ISTA). **International rules for seed testing**. Bassersdorf, Switzer, 2012.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - (ISTA). The Germination Test. **In: International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf, p. 29, 2009.

JONG, M.; MARIANI, C.; VRIEZEN, W.H. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n.5, p. 1523-1532, 2009.

JORDAN, G.L.; HAFERKAMP, M.R. Temperature and heat units calculated for germination of various grasses and shrubs. **Journal of Range Management**, v. 42, p. 41-45, 1989.

KOLTUNOW, A. M. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. **Plant Cell**, v. 5, p.1425–1437, 1993.

KUMAR, S.; SAHU, N.; SINGH, A. In vitro plant regeneration via callus induction in a rare sexual plant of Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). **In Vitro Cellular & Developmental Biology–Plant**, v. 51, p. 28-34, 2015.

LABOURIAU, L.G. 1983. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington. 174p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**: ecophysiology and stress physiology of functional groups, 4th edn. Springer-Verlag, Berlin, 2003.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

LIU, Q., ZHAO, N., HAO, G., HU, S. & LIU, Y. Caryopsis morphology of the *Chloridoideae* (Gramineae) and its systematic implications. **Botanical Journal of the Linnean Society**, USA, n.148, p.57-72, 2005.

LOPES, J.C.; CAPUCHO, M.T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. leiostachya

Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, p. 368, 2008.

MAIA, L.G.S.; SILVA, C.A.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijão comum. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 361-367, 2011.

MAIA, P.M.E.de; AROUCHA, E.M.M.; SILVA, M.O.P. da; SILVA, R.C.P. da; OLIVEIRA, F.de A. de. Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.148- 153, 2011.

MALAVASI, M.M.; DAVIS, A.S.; MALAVASI, U.C. Tree seed sourcing for landscape restoration under climate changes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 446-455, 2018.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, p. 560, 2015.

MARSHALL, V.M.; LEWIS, M.M.; OSTENDORF, B. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. **Journal of Arid Environments**, v. 78, n. 1, p. 1-12, 2012.

MELO, P.M.C.; MELLO, A.C.L.; COSTA, L.A.D.S.; VIANA, B.L.; SILVA, C.I.O. **Características estruturais de gramíneas forrageiras exóticas na fase de estabelecimento**. Caruaru-PE. In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO JEPEX 2010, UFRPE, 2010.

MONTEIRO, T.M.A.; SANTOS, P.C.M.; SILVA, C.S.; SILVA, D.E.M.; PEREIRA, B.W.F.; FRANÇA, S.K.S.; JÚNIOR, J.F.S.; FREITAS, J.M.N. Ação do nitrato de potássio na germinação de sementes de pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 2411-2414, 2008.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, G.C. Potencial de Produção de Capim-buffel na época seca no Semiárido Pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 22-29, 2007.

NAMUR, P.T.; J. TESSI, R.E. ÁVILA, H.A. RETTORE Y C.A. FERRANDO. **Buffel Grass: Generalidades, implantación y manejo para recuperación de áreas degradadas.** Estación Experimental Agropecuaria La Rioja. INTA, p. 18, 2014.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. de O.; GOMES, D.T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu.** Campo Grande: Embrapa-CNPGC, p. 31, 1984.

OLIVEIRA, I.V. de M.; COSTA, R.S.; ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G. Influência do tamanho da semente na emergência das plântulas de Longan (*Dimocarpus longan*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 171-172, 2005.

OLIVEIRA, M.C. **Capim-buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste.** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993. (Circular técnica, 27).

OLIVEIRA, M.C. **Capim Buffel: Suplemento Proteico para a Pecuária do Semiárido no Período Seco,** Petrolina: Embrapa-CPATSA, p. 18, 1993. (Circular Técnica, nº 51).

ORTIZ, A.; SANCHEZ, M.; FERGUSON, J. E. Germination, viabilidad y latencia en *Brachiaria* spp. **Semillas para America Latina**, v. 5, n. 3, p. 6-7, 1985.

PARREIRA, M.C.; CARDOZO, N.P.; GIANCOTTI, P.R.F.; ALVES, P.L.C.A. Superação de dormência e influência dos fatores ambientais na germinação de sementes de *Spermacoce latifolia*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 427-431, 2011.

POLLOCK, B.M.; ROSS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKY, T.T., (Ed). **Seed Biology.** New York: Academic Press, p.313-387, 1972.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília, DF: AGIPLAN, 1977.

QUIROGA, M.; GRUNBERG, K.; RIBOTTA, A.; LÓPEZ, C. E.; CARLONI, E.; TOMMASINO, E.; LUNA, C.; GRIFFA, S. Obtaining sexual genotypes for breeding in buffel Grass. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 118-123, 2013.

REZENDE, C.P. et al. Características morfológicas do capim-elefante e capim-braquiarião submetidos a diferentes taxas de lotação. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 2, p. 414-421, 2004.

ROBERTS, E.H. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds.** Syracuse: Syracuse University Press, p. 321-359, 1972.

SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SILVA, M.C.; SANTOS, S.F.; FERREIRA, R.L.C.; MELLO, A.C.L.; FARIAS, I.; FREITAS, E.V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 821-827, 2003.

- SANTOS, P.L.; FERREIRA, R.A.; ARAGÃO, A.G.; AMARAL, L.A.; OLIVEIRA, A.S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.
- SARTOR, F.R.; MÜLLER, N.T.G.; MORAES, A.M.D. Efeito do ácido indolbutírico e de substratos na propagação de estacas e sementes de jabuticabeira. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 4, n. 3, p. 11-15, 2010.
- SERRANI, J.C.; SANJUÁN, R.; RUIZ-RIVERO, O.; FOS, M.; GARCÍAMARTÍNEZ, J.L. Gibberellin regulation of fruit set and growth in tomato. **Plant Physiology**, v. 145, n. 1, p. 246-257, 2007.
- SHARIF-ZADEH, F.; MURDOCH, A.J. The effects of temperature and humidity after ripening of *Cenchrus ciliaris* seeds. **Journal of Arid Environments**, v. 49, p. 823 – 831, 2001.
- SILVA, A.B.; LANDGRAF, P.R.C.; MACHADO, G.W.O. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. **Ciências Agrárias**, v. 34, p. 657-662, 2013.
- SILVA, T.C.; EDVAN, R.C.; MACEDO, C.H.O. Características morfológicas e composição bromatológica do capim-buffel sob diferentes alturas de corte e resíduo. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 2, p. 30-39, 2011.
- SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, V. **Análise de Sementes de Gramíneas Forrageiras Tropicais**. Boa Vista-RR: Embrapa Roraima, (Documento 13), p. 16, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed, Artmed, Porto Alegre, Brasil; p.705, 2006.
- TEIXEIRA, E.C. **Tratamento térmico de sementes de Capim-Buffel e rendimento forrageiro em função da adubação fosfatada**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, p.68, 2008.
- TORRES, R.; LENNE, J. M. Efecto de los métodos de cosecha y secado de la semilla de *Brachiaria dictyoneura* en su microflora y calidad (viabilidad y germinación). **Acta Agronomica**, v. 38, n. 2, p. 20-34, 1988.
- VAN ASSCHE, J.A.; DEBUCQUOY, K.L.A.; ROMMENS, W.A.F. Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (Fabaceae). **New Phytologist**, v. 158, p. 315-323, 2003.
- VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP. Departamento de Ciências Biológicas, p.3, 2002.

YADAV, C. B.; KUMAR, S.; GUPTA, M. G.; BHAT, V. Genetic linkage maps of the chromosomal regions associated with apomictic and sexual modes of reproduction in *Cenchrus ciliaris*. **Molecular Breeding**, v. 30, n. 1, p. 239-250, 2012.

WINKWORTH, R.E. Longevity of buffel grass seed sown in an arid Australian range. **Journal of Range Management**, v. 24, p. 141-145, 1971.

## CAPÍTULO I

---

### INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAPIM-BUFFEL (*CENCHRUS CILIARIS* L.)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Artigo submetido à revista *Journal of Seed Science*.

SILVA, J. C. da. Influência do armazenamento prolongado na viabilidade de sementes de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L). UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p - 44, 2022.

#### RESUMO

O armazenamento prolongado pode levar a perda da qualidade das sementes, influenciando negativamente na germinação e vigor e impedindo a obtenção de um estande promissor. A qualidade das sementes é um fator crucial, e o desempenho do lote pode ser alterado pelo vigor, dormência e principalmente, pelo tempo e condições em que as sementes ficaram armazenadas. Um experimento foi montado em laboratório para avaliar a qualidade fisiológica de diferentes genótipos armazenados por um período de treze anos em câmara fria. Os genótipos avaliados foram submetidos a tratamento para indução da germinação, nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), e posteriores avaliações para identificação de sementes com a presença e ausência de embrião. O período em que as sementes ficaram armazenadas afetou sua capacidade de germinação e o  $KNO_3$  utilizado não induziu aumento na germinação das sementes. Foi encontrado um baixo número de sementes cheias para o genótipo 613 (12%). As porcentagens de germinação relativa não subestimaram o potencial de germinação das sementes de *C. ciliaris*, como usualmente é calculada, fornecendo uma distinção melhorada entre os genótipos que foram avaliados. O  $KNO_3$  incrementou positivamente nas partes das plântulas de alguns genótipos, bem como na biomassa seca das plântulas, sendo uma característica importante para a forragicultura em geral. O armazenamento prolongado afeta a qualidade fisiológica das sementes de *C. ciliaris*. A produção de sementes sem embrião é um problema encontrado nessa espécie, interferindo na qualidade final dos lotes produzidos.

**Palavras-chave:** qualidade fisiológica. gramínea forrageira. genótipos. produção de sementes.

SILVA, J. C. da. Influence of prolonged storage on the viability of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) seeds. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p - 45, 2022.

#### ABSTRACT

Prolonged storage of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) seeds may lead to decreases in seed quality, negatively affecting germination and vigor and preventing the obtaining of a promising stand. Seed quality is a critical factor, mainly when seed formation without embryo occurs in high quantities. An experiment was conducted in the laboratory to evaluate the physiological quality of different buffel grass genotypes stored for a period of thirteen years in cold conditions. The genotypes evaluated were subjected to germination induction treatment and evaluated to identify seeds with presence and absence of embryos. The seed storage period affected their germination capacity and the use of potassium nitrate (KNO<sub>3</sub>) did not increase seed germination. A low number of full seeds was found for genotype 613 (12%). The relative germination percentages did not underestimate the buffelgrass seed germination potential, as it is usually calculated, providing an improved distinction between the evaluated genotypes. The use of KNO<sub>3</sub> increased the seedling root and shoot weights of some genotypes, as well as the dry matter weight of seedlings, an important characteristic for forage production. The prolonged storage affects the physiological quality of buffel grass seeds. The production of seeds without embryo is a problem found for this species, which affects the final quality of the seed lots produced.

**Keywords:** physiological quality. forage grass species. genotypes. seed production.

## 1.INTRODUÇÃO

No Nordeste Brasileiro a Caatinga é a vegetação predominante, tendo espécies em sua composição capazes de produzir forragem de qualidade aos animais. Entretanto, a quantidade de forragem nativa produzida não é suficiente para atender a demanda das atividades pecuaristas da região. Diante dessa implicação a introdução de espécies exóticas foi uma solução viável para este problema.

O capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) está entre as forrageiras mais cultivadas na Caatinga pela fácil adaptação às condições climáticas e a baixa necessidade hídrica (MONÇÃO et al., 2011). Esta é uma espécie de elevado valor econômico devido ao seu uso na forma de forragem conservada bem como na forma de silagem (MARSHALL et al., 2012). Essa gramínea é uma espécie perene, com crescimento variável e sistema radicular bem desenvolvido, sendo capaz de suportar períodos de secas prolongadas, além de apresentar alto valor nutricional para os ruminantes que se alimentam dela (MARSHALL et al., 2012; BURSON et al., 2015). O *C. ciliaris* é indicado para áreas degradadas, compor pastagens consorciadas, apresentando floração duradoura, rápido crescimento e maturação, além de alta produção de sementes (MARTIN et al., 2015).

O melhoramento genético de forrageiras tropicais é um pilar importantíssimo para a pecuária brasileira. Na década de 70 foi implantado o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de espécies forrageiras na unidade experimental da Caatinga pertencente à Embrapa Semiárido, incluindo inúmeros genótipos de capim-buffel, e de todas as espécies avaliadas o capim-buffel foi a que mais se destacou devido ao seu alto potencial produtivo de forragem (OLIVEIRA et al., 1999). A partir daí, instalou-se o BAG de *Cenchrus* e, no início de 2009, começou a integrar a Plataforma Nacional de Recursos Genéticos, na Rede de Recursos Genéticos Vegetais - Rede Vegetal (EMBRAPA CENARGEN, 2009). A realização do melhoramento genético dessas plantas é primordial para obter informações e desenvolver cultivares que apresentem características desejáveis direcionadas para as necessidades locais.

As sementes dessa espécie possuem natureza ortodoxa, com a presença de dormência fisiológica em suas sementes, demonstrando baixa porcentagem de germinação quando recém-colhidas e progressivamente suprimida durante o armazenamento (GUEDES et al., 2013), o qual deve ser preferencialmente à baixa

temperatura e umidade relativa do ar. Porém, o armazenamento prolongado, acima de 10 anos ou incorreto (temperatura, UR ar e embalagens inadequadas) pode acarretar na perda da viabilidade e vigor das sementes. A germinação das sementes tende a diminuir durante o armazenamento, o que pode ser exacerbado ou não, e isso vai depender de diversos fatores como as condições de temperatura, umidade relativa do ambiente em que essas sementes estão acondicionadas e o tempo em que elas permanecerão em ambiente de armazenamento (SILVA et al., 2019). O armazenamento adequado é uma das fases determinantes na produção de sementes de alto padrão de qualidade, apesar do período em que elas ficam armazenadas não melhorar sua qualidade. contudo minimiza o processo de deterioração

Avaliações quanto à germinação e ao vigor de sementes são valiosas no processo de acompanhamento do potencial fisiológico sendo de suma importância para se estabelecer populações vigorosas e homogeneidade em campo (MARCOS-FILHO, 2015). Por sua vez, se as sementes apresentam dormência a avaliação da qualidade fisiológica se torna inviável, por meio da maioria dos testes.

Sendo assim, o objetivo do artigo foi avaliar a influência do armazenamento na qualidade fisiológica e na superação da dormência em sementes de genótipos de *C. ciliaris* armazenados durante 13 anos em banco de germoplasma. Objetivou-se também examinar a ocorrência de sementes sem embrião dos lotes estudados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de 14 genótipos (123, 129, 144, 147, 148, 149, 151, 199, 476, 570, 591, 613, Pusa Giant e Biloela) de *C. ciliaris* L., foram colhidas em 2006 e armazenadas por 13 anos em câmara fria com temperatura de  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  e 40% UR no Banco de Germoplasma *Cenchrus* da Embrapa Semiárido, Brasil.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com um esquema arranjo fatorial  $14 \times 2$  (14 genótipos e duas soluções de embebição, com quatro repetições).

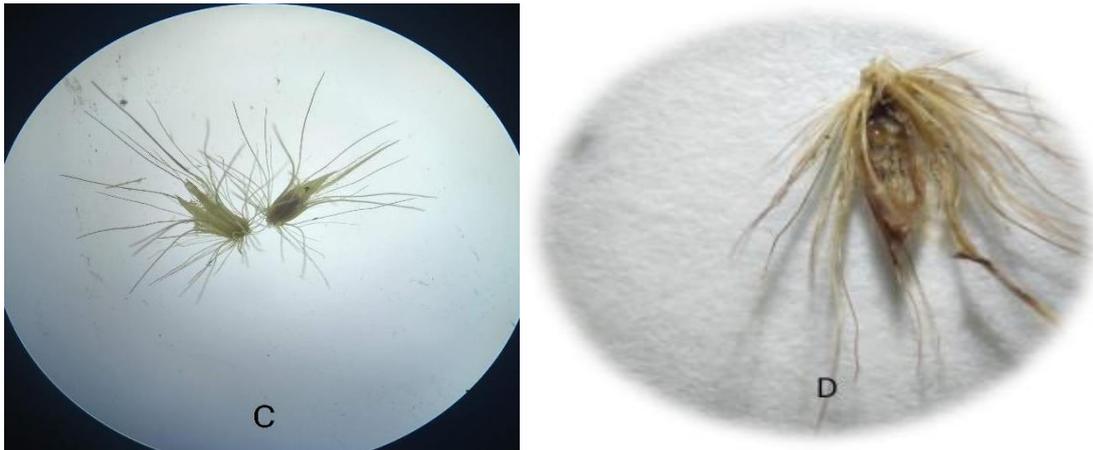
Germinação (G%): Para avaliação da germinação foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em caixas tipo *gerbox* contendo duas folhas de papel mata-

borrão umedecidas com água destilada (H<sub>2</sub>O) e solução aquosa de nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) a 0,2% na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram mantidas em câmara de germinação a uma temperatura de 30°C com fotoperíodo de 12h (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas a cada sete dias durante 21 dias, considerando germinadas as sementes com comprimento de raiz primária de 2mm (Figura 1). A partir desses dados foi calculada a porcentagem de germinação final (G%).



**Figura 1:** Sementes de capim-buffel apresentando raiz primária. A = semente apresentando invólucros protegendo o embrião e B = embrião germinando. Foto: Autoral.

Germinação relativa (GR%): Após o término do teste de germinação foi feita a avaliação da porcentagem de sementes vazias de cada lote, onde as sementes não germinadas foram cortadas ao meio com o auxílio de um bisturi para a identificação do número de sementes com e sem embrião (Figura 2). Para o cálculo da porcentagem de germinação relativa foi utilizado o número de sementes germinadas dividida pelo número de sementes com embrião. A mortalidade das sementes foi contada apenas no final do experimento e adicionada ao número de sementes com embrião. A partir desses dados, foi calculada a porcentagem de germinação relativa, onde (GR% = sementes germinadas ao final do experimento x 100/número de sementes cheias) (SANTANA; CARVALHO; TOOROP, 2018).



**Figura 2.** Sementes de capim-buffel. A = sementes com ausência (esquerda); e presença do embrião (direita); B = semente cortada ao meio para a identificação da presença de embrião. Foto: Autoral.

Plântulas normais e anormais (PN/PA) – As avaliações foram efetuadas aos 21 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais e anormais do experimento (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântulas (CR/CPA) – Após a contagem final do teste de germinação, foram realizadas medições da raiz e da parte aérea de dez plântulas normais tomadas ao acaso de cada repetição, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm por plântula.

Biomassa seca de plântulas (BSR/BSPA) – O sistema radicular e a parte aérea das mesmas plântulas da avaliação de comprimento de plântulas foram acondicionados em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante (72 horas) e, decorrido esse período, as massas foram determinadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g por plântula. A realização desses testes foi feita em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para Análise de Sementes (NAKAGAWA, 1999).

Análises estatísticas - Os dados foram analisados inicialmente para a verificação dos pressupostos da análise de variância. A avaliação da normalidade dos resíduos para as variáveis resposta, foi feita por meio do teste de Shapiro-wilk (SHAPIRO; WILK, 1965); para a homogeneidade das variâncias, aplicou-se o teste de Levene (LEVENE, 1960); e, para a independência dos resíduos, a estatística *d* de Durbin-Watson (DURBIN; WATSON, 1950), todos ao nível de 0,05 de probabilidade.

A escolha da distribuição e função de ligação para cada variável resposta foi de acordo com o comportamento da variável e o seu melhor ajuste a esses parâmetros. Os dados de germinação (G%), germinação relativa (GR%), plântulas normais (PN%) e plântulas anormais (PA%) foram analisados utilizando a distribuição Quasibinomial com função de ligação *logit* (AGRESTI, 2007). Os dados de comprimento da raiz (CR) e parte aérea (CPA) foram analisados utilizando a distribuição *Gamma* (THOM, 1958) com função de ligação *log*. Para os dados de biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa seca da parte aérea (BSPA) foi utilizado a distribuição *Gamma* com função de ligação *identity* e *inverse*, respectivamente.

Foi aplicado o procedimento do ajuste com emprego dos Modelos Lineares Generalizados (MLG) devido à violação dos pressupostos da ANOVA e a opção estabelecida de não utilizar a transformação angular na variável resposta.

Os deviances foram calculados conforme cada fator isoladamente e para a interação, assim como para os modelos nulos. As inferências da análise de deviance (ANODEV) para as distribuições *Quasibinomial* e *Gamma* se basearam nas estatísticas *Qui-Quadrado* ( $\chi^2$ ) e F, respectivamente.

Após a análise MLG foram analisadas as diferenças significativas dentro de cada Acesso, Tratamento e variáveis estudadas, por meio de comparações de pares de médias pelo teste post-hoc tukey a 5% de significância. As médias acompanhadas pelos intervalos de confiança foram ajustadas pelo método de Šidák (ŠIDÁK, 1967). As análises foram feitas por meio do Software R (R Core Team, 2020).

### **3. RESULTADOS**

De acordo com os pressupostos da análise de variância, os testes de Shapiro-Wilk indicaram resíduos com distribuição normal apenas para as variáveis resposta germinação relativa (0,4565) e comprimento da parte aérea (0,1094). Quando analisada a independência dos resíduos pelo teste de Durbin-Watson para verificar a casualização do experimento, percebeu-se que todas as variáveis estudadas atenderam a esse pressuposto, diferentemente da homogeneidade das variâncias, verificado pelo teste de Levene, onde nenhuma das variáveis atenderam a esse pressuposto (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Deviance (ANODEV) para as sementes de 14 genótipos de *Cenchrus ciliaris* L. armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio 0,2% e água destilada.

F.V.	g.l	G%	GR%	PN%	PA%	CR (cm)	CPA(cm)	BSR (g)	BSPA (g)
Tratamento (T)	1	3.00ns	455.56**	1.35ns	18.44ns	3.1416**	1.6978**	0.318ns	1.6978**
Genótipos (G)	13	481.34**	605.11**	440.07**	102.228**	9.2481**	5.4201**	67.079**	5.4201**
T*G	13	15.99ns	433.7**	35.93ns	73.193**	12.0369**	2.7005**	5.103**	2.7005**
Shapiro-Wilk		< 0.05	0.4565	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1094	< 0.05	< 0.05
Levene		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Durbin-Watson		0.664	0.158	0.264	0.005	0.418	0.262	0.922	0.738
CV%		22.3	21.74	24.44	68.95	51.28	27.01	21.93	25.37

(\*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F de Snedecor. (\*\*) = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F de Snedecor. ns = não significativo. F.V. fonte de variação. g.l.= grau de liberdade; G% = porcentagem de germinação; GR% = porcentagem de germinação relativa; PN = plântulas normais; PA = plântulas anormais; CR = comprimento da raiz; CPA = comprimento da parte aérea; BSR = biomassa seca da raiz; BSPA = biomassa seca da parte aérea. CV% = coeficiente de variação.

A porcentagem de germinação foi estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre o fator acesso (Tabela 1), onde as sementes do acesso 144 apresentaram maior porcentagem de germinação (68%) quando germinadas em água destilada (Tabela 2). O acesso 147 não diferiu estatisticamente do 144, independente da germinação ter ocorrido em água destilada (60%) ou solução de  $KNO_3$  (55%). Os acessos que apresentaram a menor germinação em água destilada foram o 613 (14%), seguido do 570 (27%) e o Pusa Giant (28%). Do mesmo modo que a água destilada, as sementes dos acessos 613, Pusa Giant e 570 apresentaram as menores porcentagens de germinação quando as sementes foram hidratadas com  $KNO_3$ .

As porcentagens de germinação relativa não subestimaram o potencial de germinação das sementes de *C. ciliaris*, como usualmente é calculada, fornecendo uma melhor separação entre os acessos avaliados. As sementes germinadas em água destilada apresentaram as maiores porcentagem de germinação relativa quando comparadas com as que foram hidratadas na solução de  $KNO_3$  (Tabela 1 e 2). As menores porcentagens de germinação relativa em água destilada foram para o acesso 613 (18%), seguido dos acessos 570 (36%), Pusa Giant (37.5%) e 129 (45%). Utilizando a hidratação em  $KNO_3$  as menores porcentagens de germinação relativa foram para os acessos 613 (12%), Pusa Giant (26%), 476 (33%) e 570 (33%). Os únicos acessos que apresentaram interação significativa foram Pusa Giant, 199 e 476 (Tabela 2).

Alguns acessos apresentaram baixa germinação (G%) e germinação relativa (GR%) como foi o caso do acesso 613 (Tabela 2), o qual apresentou baixo número de sementes cheias, culminando, portanto, em menor porcentagem de germinação.

**Tabela 2.** Germinação (G%) e germinação relativa (GR%) de sementes de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L. armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

Genótipos	G%		GR%	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
Pusa Giant	28 d	20 e	37 dA	26 dB
123	50 b	49 b	67 bA	66 bA
129	34 c	40b	45 cA	53 bA
144	68 a	66 a	91 aA	89 aA
147	59 a	55 a	79 aA	73 aA
148	39 b	38 c	52 bA	51 bA
149	45 b	53 b	61 bA	71 aA
151	35 c	34 c	47 cA	45 cA
199	48 b	37 c	64 bA	49 cB
476	33 c	25 d	44 cA	33 dB
570	27 e	25 d	36 dA	33 dA
591	38 b	39 c	51 cA	52 bA
613	13 f	9 f	18 eA	12 eA
Biloela	32 c	28 d	43 cA	38 dA

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Quasibinomial e função de ligação *logit*.

Os acessos que obtiveram as maiores porcentagens de formação de plântulas normais foram o 144 e o 147, tanto em água destilada quanto em KNO<sub>3</sub> (Tabela 1 e 3). O acesso 613 foi o que apresentou a menor porcentagem de plântulas normais em água destilada e na solução de KNO<sub>3</sub>, 10% e 9%, respectivamente. Houve diferença significativa entre os tratamentos de hidratação apenas para o acesso 129, onde o KNO<sub>3</sub> proporcionou maior formação de plântulas normais (PN=37%), (Tabela 3).

Sementes germinadas em água destilada obtiveram maior porcentagem de formação de plântulas anormais comparadas com as sementes hidratadas na solução de KNO<sub>3</sub> (Tabela 1 e 3). Os acessos que apresentaram maior formação de plântulas anormais quando as sementes foram hidratadas em água destilada foram 129 (19%), 149 (15%) e Biloela (14%). O KNO<sub>3</sub> proporcionou uma menor formação de plântulas anormais para

os acessos avaliados, principalmente 149 (12%) e 151 (10%). Houve diferença significativa entre a hidratação em água destilada e KNO<sub>3</sub> para os acessos Biloela, 570, 476, 151 e 129, e desses genótipos apenas o 151 apresentou maior formação de plântulas anormais quando as sementes foram hidratadas em solução de KNO<sub>3</sub>. (Tabela 3)

**Tabela 3.** Plântulas normais (PN%) e anormais (PA%) de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L., oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

Acessos	PN%		PA%	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
Pusa Giant	24 Ca	19 dA	3 dA	1 cA
123	43 bA	41 bA	6 cA	8 bA
129	17 dB	37 bA	19 aA	5 bB
144	58 aA	57 aA	9 bA	9 bA
147	55 aA	47 aA	1 dA	7 bA
148	34 bA	31 cA	5 cA	6 bA
149	30 cA	41 bA	15 aA	12 aA
151	31 bA	23 cA	2 dB	10 aA
199	33 bA	34 bA	9 bA	2 cA
476	18 cA	18 dA	15 aA	6 bB
570	16 dA	22 cA	10 bA	2 cB
591	28 cA	33 bA	10 bA	5 bA
613	10 eA	9 eA	3 dA	0 dA
Biloela	17 cA	22 cA	14 bA	6 bB

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Quasibinomial e função de ligação *logit*.

Para alguns acessos a germinação em água destilada favoreceu o crescimento da raiz principal (CR) das plântulas, como pode ser observado para os acessos 199 (4,38mm), 144 (4,36cm), 147 (3,58cm) e 151 (2,91cm) (Tabela 1 e 4). Nesse mesmo contexto a hidratação com KNO<sub>3</sub> também favoreceu o crescimento da raiz de alguns acessos, tais como 149 (4,60cm), 147 (2,82cm) e 199 (2,27cm). Houve diferença entre as hidratações apenas para os acessos 144, 149, 151 e 199, onde apenas o acesso 149 com as sementes hidratadas em KNO<sub>3</sub>, apresentou comprimento de raiz superior ao de água destilada (Tabela 4).

Para o comprimento da parte aérea (CPA) os acessos que melhor se desenvolveram foram o 144 (4,53cm), 147 (4,14cm), Biloela (4,01cm), 613 (3,88cm) e o

476 (3,85mm) em água destilada (Tabela 4). Para as sementes germinadas em KNO<sub>3</sub> os maiores valores foram para os acessos 149 (6,8cm), 129 (6,35cm), 147 (5,76cm), 148 (3,79 cm) e 199 (3,61cm). Os acessos 149, 129, 147, 148 e o 199 apresentaram diferença estatística entre as hidratações, onde as sementes germinadas na solução de KNO<sub>3</sub> proporcionaram plântulas com maior comprimento da parte aérea comparadas com as que germinaram apenas em água destilada (Tabela 4).

**Tabela 4.** Comprimento da raiz principal (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de 14 acessos de *Cenchrus ciliaris* L., oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

Acessos	CR (cm)		CPA (cm)	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
Pusa Giant	1.288 bA	1.275 bA	2.89 bA	3.36 cA
123	2.35 bA	1.350 bA	3.83 aA	3.21 cA
129	1.375 bA	1.988 bA	3.45 aB	6.35 aA
144	4.362 aA	1.250 bB	4.53 aA	4.92 bA
147	3.587 aA	2.825 aA	4.14 aB	5.76 aA
148	2.300 bA	1.425 bA	2.27 bB	3.79 cA
149	1.038 bB	4.600 aA	3.00 aB	6.80 aA
151	2.913 bA	0.912 cB	2.80 bA	3.05 cA
199	4.388 aA	2.275 aB	2.05 bB	3.61 cA
476	1.575 bA	1.913 bA	3.85 aA	4.78 bA
570	2.312 bA	1.413 bA	2.33 bA	2.55 cA
591	2.350 bA	0.938 cA	3.34 aA	4.54 bA
613	2.712 bA	1.238 bA	3.88 aA	2.65 cA
Biloela	1.988 bA	1.288 bA	4.01 aA	3.94 cA

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Gamma e função de ligação *log*.

Os acessos com maior incorporação de biomassa na raiz quando as sementes foram hidratadas com água destilada foram o 123 (0,0095 g) e o 476 (0,0089 g). Esses mesmos acessos também apresentaram resultados superiores quando suas sementes foram hidratadas com o KNO<sub>3</sub> (Tabela 1 e 5). Os acessos que apresentaram diferença estatística entre as hidratações foram o 570, 199, 151 e o 129, no entanto o único que apresentou melhor incorporação de biomassa na raiz quando as sementes foram hidratadas com H<sub>2</sub>O foi o 151 (0,0028 g).

Para o peso da biomassa seca da parte aérea os acessos que apresentaram melhores resultados quando as sementes foram hidratadas em água destilada foram Biloela (0,0107 g), 476 (0,0116 g), 149 (0,0094 g) e o 123 (0,0163 g) (Tabela 5). Quando as sementes foram hidratadas com a solução de KNO<sub>3</sub>, o único acesso que apresentou maior incorporação de biomassa e que se diferenciou estatisticamente dos demais foi o acesso 149. A hidratação com KNO<sub>3</sub> proporcionou maior incorporação de biomassa para a parte aérea das plântulas de *C. ciliaris* (Tabela 5) para os acessos 476, 199, 148 e 129, pois apresentou diferenças significativas e resultados superiores em relação às plântulas originadas das sementes hidratadas com água destilada (Tabela 5).

**Tabela 5.** Biomassa seca da raiz (BSR) e parte aérea (BSPA) de plântulas de 14 acessos *Cenchrus ciliaris* L. oriundas de sementes armazenadas durante 13 anos e germinadas em nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) 0,2% e água destilada.

Acessos	BRS (g)		BSPA (g)	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
Pusa Giant	0.00115 eA	0.00175 dA	0.00232 dA	0.00487 dA
123	0.00975 aA	0.0098 aA	0.01632 aA	0.0125 bB
129	0.0055 cB	0.0072 bA	0.01632 bB	0.01477 bA
144	0.001875 eA	0.002 dA	0.00595 cA	0.00833 cA
147	0.002675 dA	0.001775 dA	0.00565 cA	0.00805 cA
148	0.000875 fA	0.00085 dA	0.00162 dB	0.00475 dA
149	0.00775 bA	0.0084 bA	0.00948 aB	0.02162 aA
151	0.0028 dA	0.00125 dB	0.00545 cA	0.00472 dA
199	0.00107 eB	0.0027 dA	0.00165 dB	0.00625 cA
476	0.008975 aA	0.009425 aA	0.01162 aB	0.01558 bA
570	0.001 fB	0.00235 dA	0.00193 dA	0.00375 dA
591	0.003725 dA	0.004375 cA	0.009 bA	0.00683 cA
613	0.001225 eA	0.00225 dA	0.00255 dA	0.003 eA
Biloela	0.00745 bA	0.007975 bA	0.01077 aA	0.0126 bA

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Gamma e função de ligação identity e inverse, respectivamente.

#### 4. DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados para induzir a germinação e as sementes germinadas, houve diferença significativa apenas entre os genótipos (Tabela 2), o que pode estar relacionado à grande variação no potencial

fisiológico das sementes. Considerando fatores como a umidade (40%) e a temperatura (10°C) durante 13 anos de armazenamento para todos os genótipos avaliados neste estudo, pode-se inferir que as características genéticas e a qualidade dos lotes podem ter sido determinantes nas variações de desempenho observadas entre os acertos. Segundo Marcos-Filho (2015b), a qualidade fisiológica das sementes tem sua base estabelecida no genótipo e algumas cultivares são menos propensas à deterioração, mas a proporção de sementes mais vigorosas diminui gradativamente à medida que aumenta o tempo de armazenamento. Assim, a intensidade da deterioração das sementes dependerá das características da espécie, sua composição química e diferenças genéticas, qualidade das sementes e condições ambientais em que estão armazenadas (MARCOS-FILHO, 2015b).

O KNO<sub>3</sub> em diferentes tempos de embebição não induziu aumento na germinação de sementes de *Bouteloua dactyloides*. Fato também observado em sementes de urucum (*Bixa orellana*) armazenadas por mais de 10 anos. No entanto, em ambos os casos, observou-se melhora nas demais variáveis de germinação com o uso desse sal (KREUSER; KREUSER, 2016; FERNANDES et al., 2021). O uso de KNO<sub>3</sub> é geralmente indicado para promover a germinação e superar a dormência em diferentes tipos de sementes, incluindo forrageiras (BAREKE, 2018; GOLMOHAMMADZADEH et al., 2020; ALI et al., 2021; PEREIRA et al., 2021).

Um trade-off pode ocorrer quando há uma limitação no pólen e o efeito da carga genética, ou seja, uma troca entre reprodução sexuada e assexuada (OLIVEIRA et al., 2015; HEWITT, 2020). Esses fatores podem afetar o desenvolvimento das sementes, aumentando o número de sementes vazias (Tabela 2). Sementes sem embriões são resultantes de linhagens filogenéticas e podem ocorrer em diferentes famílias (DAYRELL et al., 2016). Portanto, a baixa germinação de sementes encontrada pode ser decorrente de outros fatores e não por este motivo.

Embora a solução de KNO<sub>3</sub> não tenha tido efeito significativo sobre a germinação das sementes de capim-buffel, aumentou significativamente o comprimento de plântulas normais, comprimento de raiz e parte aérea e peso de matéria seca de raízes e parte aérea (Tabela 3, 4 e 5), respectivamente. O potássio é absorvido principalmente na fase de crescimento vegetativo; vários processos fisiológicos são afetados pelo nitrato de potássio, tais como: crescimento meristemático, distribuição de água, fotossíntese e transporte de longa distância (GRIMME et al., 1974). Resultado diferente foi encontrado

quando as sementes foram tratadas com água, pois houve aumento no percentual de plântulas anormais (Tabela 3). Esse alto percentual pode ser justificado, uma vez que as reservas iniciais das sementes provavelmente foram utilizadas durante o período de germinação para o estabelecimento inicial das plântulas. Além disso, a integridade fisiológica da semente é importante para seu desempenho satisfatório (MARCOS-FILHO, 2015b).

Diferenças no vigor das sementes podem levar à formação de mudas com maior desnível, devido à reduzida capacidade de utilização das reservas presentes nas estruturas do embrião, afetando de fato a taxa de crescimento e a produção de massa seca, devido à desigualdade na questão do crescimento da planta entre os diferentes níveis de vigor (MENEGUZZO et al., 2021). Apenas um dos 14 lotes de sementes apresentou resposta significativa no percentual de plântulas normais ao KNO<sub>3</sub> (Tabela 3); essas sementes provavelmente apresentaram baixo vigor devido ao tempo de armazenamento. A deterioração das sementes é um processo irreversível durante o período de armazenamento (MONCALEANO-ESCANDON, 2013).

Os tratamentos utilizados foram favoráveis e as partes das plântulas normais avaliadas apresentaram crescimento rápido e uniforme, com comprimentos pouco diferenciados, mesmo aquelas provenientes de lotes de sementes que apresentaram baixa germinação, além de apresentar respostas significativas e satisfatórias para raízes e comprimentos de raízes brotações e secas. pesos de matéria de alguns genótipos (Tabelas 4). A aplicação de KNO<sub>3</sub> é altamente recomendada para avaliações de qualidade fisiológica de sementes de gramíneas, devido à sua fácil absorção pelos tecidos vegetais.

Um efeito significativo no comprimento das plântulas foi encontrado ao usar KNO<sub>3</sub> em sementes de capim Johnson (*Sorghum halepense* L.), com aumentos no comprimento da raiz das plântulas de até 31,8% (BALIČEVIĆ et al., 2016). Da mesma forma, foram encontrados efeitos positivos no comprimento da raiz e da parte aérea e no peso das plântulas para o caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) tratado com KNO<sub>3</sub> (RAVLIĆ et al., 2015). O teste de comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas é realizado considerando que as sementes mais vigorosas são originárias de plântulas mais desenvolvidas, com estabelecimento rápido e homogêneo no campo e absorção de água e nutrientes mais efetiva a partir de maiores profundidades do solo.

A condição de armazenamento em ambiente relativamente seco e frio em que as sementes foram mantidas possibilitou a manutenção de sua viabilidade mesmo após tanto tempo. Observou-se que o genótipo 144 apresentou melhor estado de conservação com maior taxa de germinação em relação aos demais genótipos avaliados. Nossos resultados demonstram que armazená-los em condições adequadas pode reduzir a velocidade e a intensidade da deterioração das sementes e manter sua integridade fisiológica por mais tempo.

## 5. CONCLUSÃO

O tratamento adotado com KNO<sub>3</sub> para as sementes de capim-buffel (*C. ciliaris*) não aumentou a porcentagem de germinação neste experimento devido à deterioração e ao tempo de armazenamento. O tempo em que as sementes foram armazenadas afetou a qualidade dos lotes, reduzindo a capacidade germinativa dos genótipos avaliados. Um elevado número de sementes sem embriões (vazias) foi observado com a avaliação de germinação relativa, reforçando a importância de incluir avaliações como está nos testes de germinação.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.
- ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, v. 1, n. 3, p. 38-41, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS (Abrasem). **Anuário Abrasem 2010**. Pelotas: Becker E Peske, 2018.
- BAALBAKI, R. Z.; ELIAS, S. G.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. (Ed.). Seed vigor testing handbook. Ithaca: **Association of Official Seed Analysts**, p. 341, 2009.
- BENITES, V. M.; CAIAFFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. Solo e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, p. 76-85, 2003.
- BINOTTI, F.F.S.; JUNIOR, C.I.S.; CARDOSO, E.D.; HAGA, K.I.; NOGUEIRA, D.C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.4, p.614-618, 2014.

- BONOME, L. T. S.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRAL, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 422-428, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ ACS, p. 395, 2009.
- CHAUHAN, B. S.; GILL, G.; PRESTON, C. Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricornutum*) in Australia. **Weed Science**, v.54, p.471-477, 2006.
- COSTA, C. J.; ARAÚJO, R. B.; BÔAS, H. D. C. V. Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.4, p.519-524, 2011.
- COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; SOUZA, K. A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 239-301, 2012.
- DAYRELL, R. L. C.; GARCIA, Q. S.; NEGREIROS, D.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; SILVEIRA, F. A. O. Phylogeny strongly drives seed dormancy and quality in a climatically buffered hotspot for plant endemism. **Annals of Botany**, 119: 267-277, 2016.
- FARON, M.L.B.; PERECIN, M.B.; LAGO A.A.; BOVI, O.A.; MAIA, N.B. Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* (L) e *H. Brasiliense choisy*. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p.193-199, 2004.
- GRIMME, H.; BRAUNSCHWEIG, L. C.; NEMETH, K. **Potassium, calcium and magnesium interactions as related to cation uptake and yield**. Landw. Forsch. 30/II, Sonder., p. 93-100, 1974.
- GUIMARÃES, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; LOUREIRO, M.E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2. n.1, p.31-40, 2008.
- IKEDA et. al. Luz e KNO<sub>3</sub> na germinação de sementes de *Ageratum conyzoides* L. sob temperaturas constantes e alternadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p.193- 199, 2008.
- KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de sementes de soja na região tropical brasileira. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4. CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, p. 1324-1335, 2004.
- LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, M.V.F. et al. **Considerações sobre a produção leiteira no semiárido**. In: Nordeste Rural I, Anais... Aracaju, 2004. FAES E, SENAR, CNA.

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

MENEZES, N.L.; SILVEIRA, T.L.D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.350-359, 1995.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern, International Potash Institute, p.685, 1987.

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

MONÇÃO, F. P.; OLIVEIRA, E. R.; TONISSI, R.H.; GOES, B. O capim-buffel. **Revista Agrarian**. V,4, n.11, P.258-1.64, 2011.

MOREIRA, J.M. **Produção de leite de vacas guzerá e girolando utilizando a caatinga, no período chuvoso e pasto de capim buffel diferido, no período seco, no sertão de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

NOVEMBER, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.

OLIVEIRA, M. C. de.; SILVA, C. M. M. de.; SOUSA, F. B. de. Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação *ex-situ* e avaliação aprofundada. In: Queiroz, M. A. de.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido: Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

OLIVEIRA, M.C. **O capim-buffel nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina: EMBRAPA CPATSA, 1981. 19 p. (Circular Técnica, 5).

OLIVEIRA, R. S.; GALVÃO, H. C.; CAMPOS, M. C. R.; ELLER, C. B.; PEARSE, S. J.; LAMBERS, H. Mineral nutrition of campos rupestres plant species on contrasting nutrient-impooverished soil types. **New Phytologist**, v.205, p.1183-1194, 2015.

PIRES, W. **Manual de pastagem: formação, manejo e recuperação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006.

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2019.

SANTANA, D. G. de.; CARVALHO, F. J.; TOOROP, P. How to analyze germination of species with empty seeds using contemporary statistical methods? **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 2, p. 271-278, 2018.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.

SILVA, A. B.; LANDGRAF, P. R. C.; MACHADO, G. W. O. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 657-662, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 782, 2010.

TONETTI, O. A. A.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. M. Qualidade fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.114-121, 2006.

VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; BARROS, R. S. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (hochst.ex a.rich) stapf cv. Marandu submetidas ao nitrato de potássio, hipoclorito de sódio, tiouréia e etanol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 44-47, 1998.

WISINTAINER, C.; REZENDE, L.M.; OLIVEIRA S.A. **Superação da Dormência em Sementes de *Brachiaria ruziziensis***. In: Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação, VIII. Ipameri: Resumos. Ipameri: UEG, 2010.

ZHOU, J.; DECKARD, E. L.; MESSERSMITH, C. G. Factors affecting eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) seed germination. **Weed Science**, v. 53. p. 651–656, 2005.

## CAPÍTULO II

---

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Cenchrus ciliaris* L. ORIUNDAS DE DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Artigo a ser submetido

SILVA, J. C. da. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Cenchrus ciliaris* L. oriundas de diferentes épocas de colheita. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p - 63, 2022.

## RESUMO

A obtenção de sementes de qualidade dependerá da colheita, dessa forma recomenda-se que as sementes sejam colhidas preferencialmente quando completarem o processo de maturação fisiológica. Além do mais, sementes colhidas precocemente aumentam a quantidade de sementes imaturas no lote. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar lotes de sementes de duas cultivares, oriundos de diferentes épocas de colheita, e procedimentos de hidratação sobre a dormência, germinação e vigor, visando à máxima qualidade das sementes. Foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes recém-colhidas de duas cultivares de capim-buffel da Embrapa Semiárido (Áridus e CPATSA 7754), sendo três lotes de cada cultivar. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) para as sementes recém-colhidas, com esquema de arranjo fatorial 6 x 2 (seis lotes e duas soluções de embebição, água / nitrato de potássio). Avaliou-se teor de água, porcentagem de germinação, e o vigor. A escolha da distribuição e função de ligação para cada variável resposta foi de acordo com o comportamento da variável e o seu melhor ajuste a esses parâmetros. Foi aplicado o procedimento do ajuste com emprego dos Modelos Lineares Generalizados (MLG). Após a análise MLG foram analisadas as diferenças significativas dentro de cada Acesso e variáveis estudadas, por meio de comparações de pares de médias pelo teste post-hoc tukey a 5% de significância. As análises foram feitas por meio do Software R. O teor de água das sementes de capim-buffel variou entre 3.0% e 9.2%. Todos os lotes de sementes da cultivar CPATSA 7754, exceto o acesso 7754\_24\_05, não apresentaram germinação em nenhum dos procedimentos de hidratação O emprego de solução de  $KNO_3$  à 0,2% não foi eficiente para superar a dormência das sementes. Sementes da cv. Aridus colhidas com baixo teor de água apresentam melhores resultados na germinação.

**Palavras-chave:** maturidade fisiológica. teor de água. sementes vazias. dormência.

SILVA, J. C. da. Evaluation of the physiological quality of *Cenchrus ciliaris* L. seeds from different harvest periods. UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana. Dissertação. p - 64, 2022.

#### ABSTRACT

Obtaining quality seeds will depend on the harvest, so it is recommended that the seeds be harvested preferably when they complete the physiological maturation process. Furthermore, seeds harvested early or late, that is, outside the ideal time, increase the amount of immature seeds in the lot. Issues related to seed maturity is an important factor, since one of the limitations found in immature seeds is the presence of dormancy, requiring the use of methods to overcome it. Therefore, this study aimed to evaluate seed lots of two cultivars from different harvest times on dormancy, germination and vigor, aiming at maximum seed quality. The physiological quality of newly harvested seeds of two buffel grass cultivars from Embrapa Semiárido (Áridus and CPATSA 7754) was evaluated. A completely randomized experimental design (DIC) was used for newly harvested seeds, with a 6 x 2 factorial arrangement (six lots and two soaking solutions, water / potassium nitrate). Subsequently, the seed water content was evaluated, determined by the oven method at 105°C, for 24 hours. Afterwards, the germination test was installed, using four replicates of 50 seeds per treatment, and then the vigor test was evaluated, through the growth of seedlings. Data were initially analyzed to verify the assumptions of the analysis of variance. The choice of distribution and linking function for each response variable was according to the behavior of the variable and its best fit to these parameters. The adjustment procedure using Generalized Linear Models (GLM) was applied. After the MLG analysis, the significant differences within each Access, Treatment and studied variables were analyzed, by means of means pair comparisons by the post-hoc tukey test at 5% significance. The analyzes were performed using Software R. The water content of the buffel grass seeds varied between 3.0% and 9.2%. All seed lots of cultivar CPATSA 7754, except access 7754\_24\_05, did not show germination in any of the applied treatments. The use of the treatment to overcome dormancy in seeds was not effective. Seeds of *C. ciliaris* harvested with low water content show better results in germination.

**Keywords:** physiological maturity, water content, empty seeds, dormancy.

## 1.INTRODUÇÃO

A pecuária utiliza a pastagem como forma de alimento aos animais, em sua grande maioria, por ser mais econômica. A atividade pecuarista possui lugar de destaque no Brasil, apresentando o maior rebanho comercial de bovinos e sendo o maior exportador de carne do mundo (ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC, 2017). A Associação das Indústrias Exportadoras de Carnes - ABIEC (2018) reuniu dados e mostrou que entre 2005 a 2015, 90.58% dos animais abatidos para exportação tiveram sua alimentação finalizadas com pastagens, esses dados mostram que a pastagem utilizada no Brasil é uma das maiores fonte de alimento desses animais.

O Semiárido brasileiro apresenta um grande desafio frente às condições climáticas comumente encontradas nessa região, o que na maioria das vezes dificulta a implantação e exploração das atividades pecuaristas. Com esse cenário, aumenta a necessidade de espécies que se adaptem às condições adversas da região em que foram introduzidas.

Nesta circunstância, o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) é uma das gramíneas forrageiras que mais se destacou no Semiárido, pois vegeta bem em condições edafoclimáticas desfavoráveis. Essa gramínea serve como fonte significativa de forragem em ambientes áridos e semiáridos em função do seu alto valor nutritivo, palatabilidade e digestibilidade (HAASE et al., 1995; MANSOOR et al., 2002); além do seu uso na forma de forragem para alimentar o rebanho, essa planta pode ser utilizada para elevar o rendimento da produção dos pastos por meio da recuperação de áreas degradadas, podendo também evitar a erosão do solo (PEACOCK et al., 2003; OSMAN et al., 2008).

No entanto, mesmo diante da sua grande importância, alguns fatores dificultam seu estabelecimento, sendo uma das mais importantes a maturação em que as sementes são colhidas, esse fator é crucial para a produção de sementes com alta qualidade. As condições ambientais enfrentadas pelas plantas no decorrer do desenvolvimento e maturidade das sementes é um dos pontos que interferem na germinação, levando também a presença de dormência (DONOHUE, 2009; GORECKI et al., 2012).

A dormência surge ao longo do desenvolvimento da semente com a maturação do tegumento e quando os protoplastos do embrião desidratam (MCDONOUGH, 1977). O processo de maturação das sementes é de suma importância para determinar o momento certo para coleta, só assim poderá assegurar que o lote irá possuir elevada produtividade, máxima qualidade fisiológica (germinação e vigor). A realização precoce da colheita

pode aumentar o número de sementes com baixa qualidade, isso porque as sementes estão em processo de formação (ZANUZO et al., 2010). Em contrapartida, a colheita tardia pode resultar em baixa produção em decorrência da degradação em campo, por isso a preocupação em colhê-las completamente maduras e no momento certo.

A maturidade das sementes é o resultado de todas as transformações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e funcionais que vão desde o óvulo fecundado até o momento em que essas sementes estão completamente maduras e prontas para serem colhidas (HEHENBERGER et al., 2012). Sabe-se que o estágio de maturação desempenha papel fundamental na colheita e que tem influência direta na qualidade da forragem obtida, isso porque os componentes que integram a parede celular tendem a aumentar ao longo do crescimento da planta (TALLOWIN; JEFFERSON, 1999).

Estudos sobre o processo de maturação são cruciais para determinar o momento certo da colheita de sementes, contribuindo para o controle de qualidade, assegurando assim máxima produtividade e elevada qualidade fisiológica das sementes.

O capim-buffel apresenta inflorescências desuniformes e floração irregular dentro das panículas, com isso as sementes colhidas podem apresentar diferentes estágios de desenvolvimento e maturação, inviabilizando a escolha do momento ideal da colheita das sementes dessa espécie (FIGUEIREDO, 2018). É nítido que encontrar o momento correto para a colheita de sementes é complicado e que para isso acontecer demandará de muito conhecimento. Sabe-se que, a época ideal da colheita é quando as sementes completam o processo de maturação, ou seja, apresentam máximo acúmulo de massa seca, germinação e vigor.

Sendo assim, objetivou-se avaliar lotes de sementes de duas cultivares, colhidos em diferentes épocas de colheita, e procedimentos de hidratação sobre a dormência, germinação e vigor, visando à máxima qualidade das sementes.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Campo de produção de sementes**

O campo de produção de sementes de *Cenchrus ciliaris* L. (Figura 1) das cultivares Áridus e CPATSA 7754 foi instalado na Estação Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido em Petrolina-PE, situado numa altitude de 370 m e 10°

de Latitude Sul, cujo solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo, fase distrófica (OLIVEIRA et al., 1999).



**Figura 1:** Banco de germoplasma (BAG) de *Cenchrus ciliaris* L. da Embrapa Semiárido. Foto: Autoral

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes (LASESA), localizado na Embrapa Semiárido, situado na cidade de Petrolina-PE. Foram avaliadas sementes recém-colhidas coletadas entre os meses de maio à junho de 2019, sendo que a época de colheita de cada cultivar correspondeu a um lote de sementes, totalizando três épocas de colheita ou lotes para cada cultivar.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) para as sementes recém-colhidas, com esquema arranjos fatoriais 6 x 2 (seis lotes e duas soluções de embebição, água / nitrato de potássio) com quatro repetições.

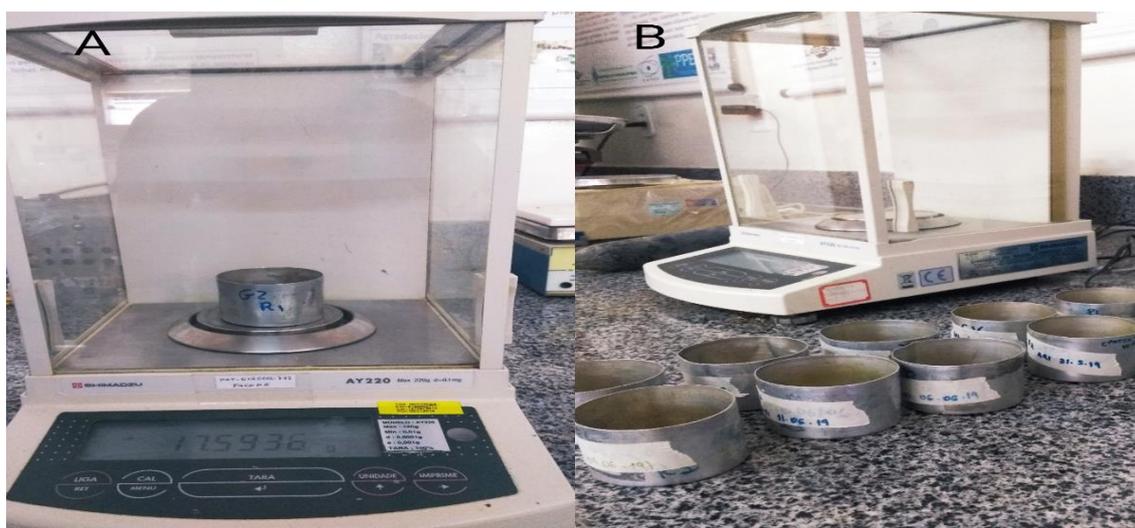
## 2.2. Época de colheita e qualidade das sementes

Foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes coletadas de duas cultivares de capim-buffel da Embrapa Semiárido (Áridus e CPATSA 7754). As sementes foram colhidas em diferentes épocas (CPATSA 7754: 24/05, 04/06, 10/06) e (Áridus: 31/05, 06/06, 11/06), entre os meses de maio à junho de 2019, e mantidas em câmara fria e avaliadas de acordo com o período de colheita para determinar o tempo necessário para superação da dormência fisiológica. A colheita ocorreu de acordo com a época ideal para

cada cultivar que é feita a partir da seguinte técnica: passa-se a mão pela espiguetas e as sementes que soltarem facilmente estão prontas para serem colhidas, por isso as datas de coletas são diferentes para as duas cultivares.

### 2.3. Teor de água das sementes

Foi determinado pelo método da estufa a 105°C, durante 24 horas, conforme metodologia descrita pela RAS (BRASIL, 2009). Onde pesou-se as cápsulas devidamente secas (t), em seguida as sementes inteiras foram distribuídas uniformemente nas cápsulas, sendo o conjunto pesado (P) (Figura 2) e então colocadas na estufa a 105°C ± 3°C. Após o período de secagem as cápsulas foram retiradas e colocadas em um dessecador para resfriar de 10 a 15 minutos, fazendo a pesagem final (p). O valor (%) do teor de água foi obtido com base na média das pesagens das amostras.



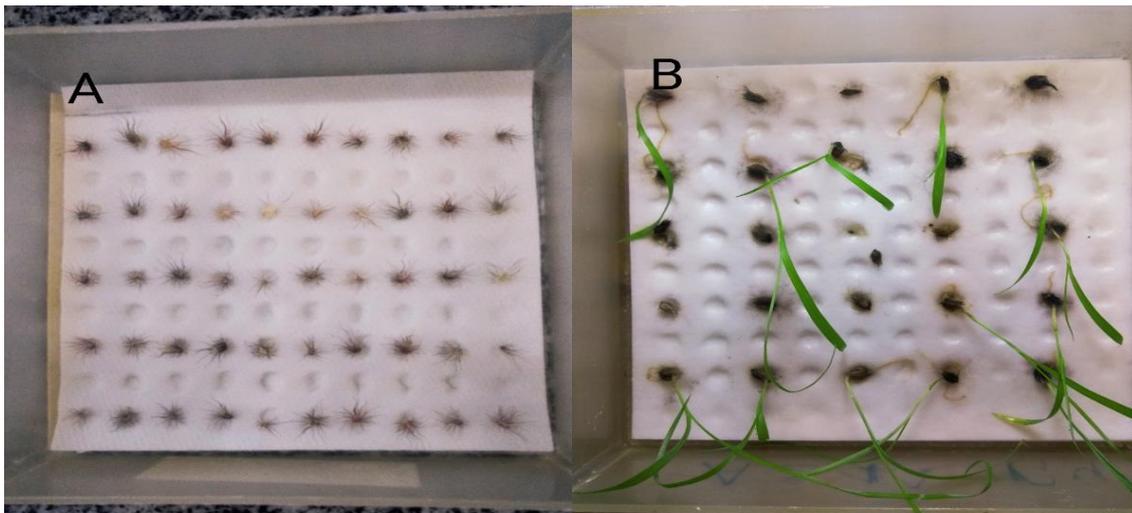
**Figura 2.** Montagem do teste de determinação do teor de água. A = pesagem das sementes e B = amostragem com duas repetições de 50 sementes de capim-buffel em cada repetição. Foto: Autoral.

### 2.4. Teste de germinação

Posteriormente foi instalado o teste de germinação (Figura 3), sendo utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, que foram distribuídas em caixas *gerbox* sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada ou nitrato de potássio a 0,2% equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas foram mantidas em câmara de germinação a uma temperatura de 30 °C com fotoperíodo de 12h (BRASIL,

2009). O substrato foi umedecido com os respectivos tratamentos quando necessário durante o período de montagem do experimento.

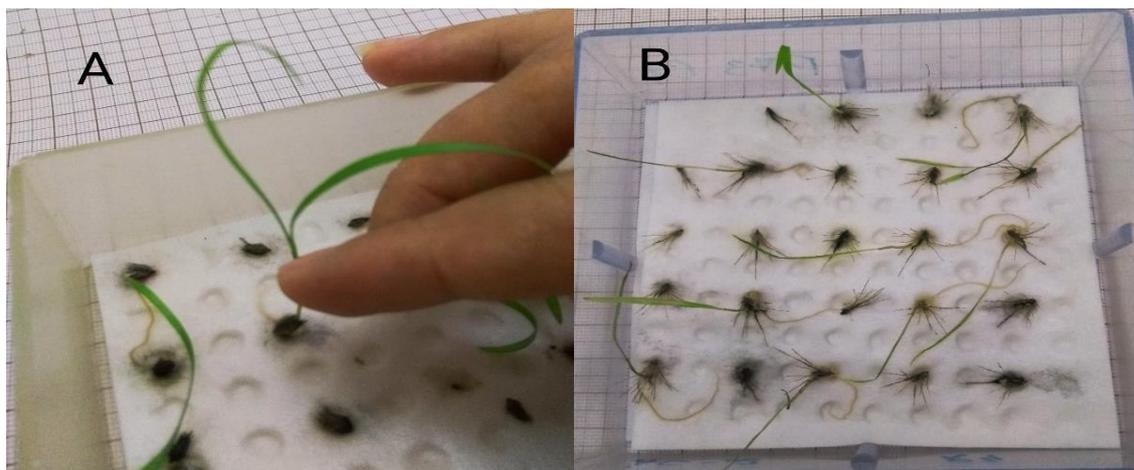
As avaliações foram realizadas a cada sete dias durante 21 dias, considerando a germinação como a emissão da raiz primária (2mm). A partir desses dados foi calculada a porcentagem de germinação final (G%).



**Figura 3.** Montagem do teste de germinação de sementes de *Cenchrus ciliaris* L. A = semeadura das sementes em caixa gerbox sobre folha de papel mata-borrão e B = germinação das sementes e surgimento de plântulas. Foto: Autoral.

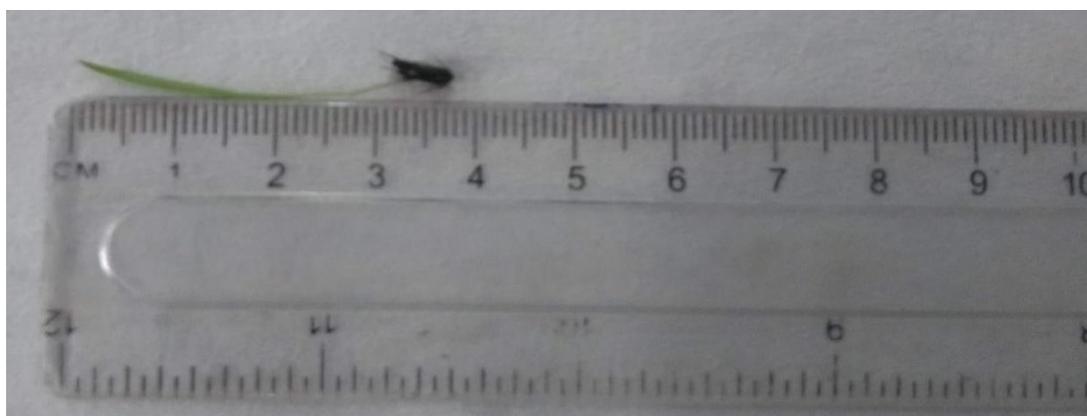
#### 2.5 Crescimento de plântulas (teste de vigor)

*Plântulas normais (PN) e anormais (PA)* – As avaliações foram efetuadas aos 21 dias após a semeadura (Figura 4), computando-se a porcentagem de plântulas normais e anormais do experimento (BRASIL, 2009).



**Figura 4.** Avaliação das plântulas *Cenchrus ciliaris* L. A = plântula normal e vigorosa, apresentando parte aérea e sistema radicular e B = plântulas anormais e não vigorosas. Foto: Autoral.

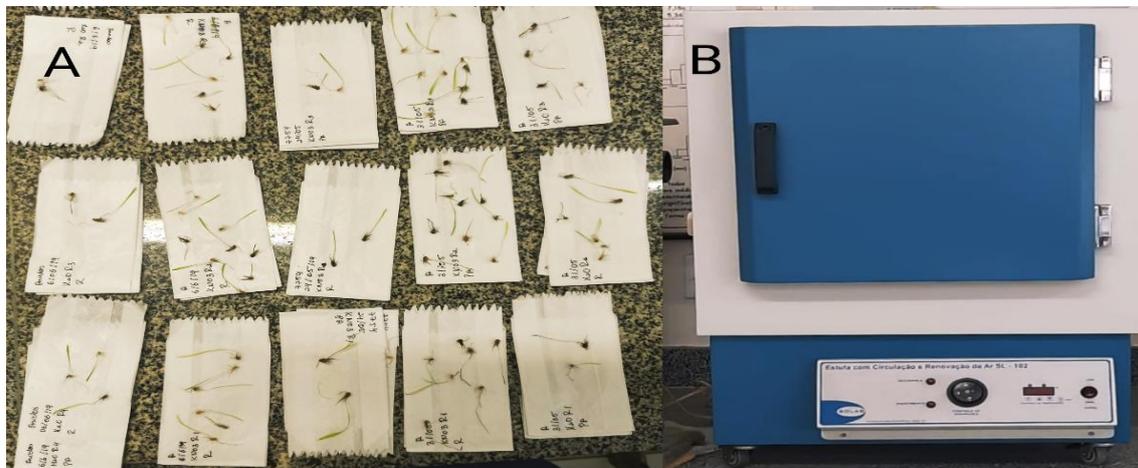
*Comprimento de plântulas (CR/CPA)* - após a avaliação das plântulas, foram realizadas medições da raiz (CR) e da parte aérea (CPA) de dez plântulas normais tomadas ao acaso de cada repetição, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm por plântula (Figura 5).



**Figura 5.** Retirada das medidas da parte aérea e da raiz de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L. Foto: Autoral.

*Biomassa seca de plântulas (BSR/BSPA)* – a parte aérea e o sistema radicular das mesmas plântulas da avaliação de comprimento de plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C (Figura 6), até atingir massa constante (72 horas) e, decorrido esse período, as massas foram determinadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em g por

plântula. A realização desses testes foi feita em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para Análise de Sementes (NAKAGAWA, 1999).



**Figura 6.** Preparação para avaliação da biomassa seca das plântulas de *Cenchrus ciliaris* L. A = partes das plântulas acondicionadas em saco de papel e B = estufa de circulação de ar forçada. Foto: Autoral.

*Avaliação de sementes mortas (SM), duras (SD) e vazias (SV)* – Ao final do experimento foi calculado a porcentagem de sementes mortas, duras e vazias para identificação da qualidade das sementes coletadas. As sementes que não germinaram foram levadas para o microscópio e com o auxílio do bisturi foram cortadas ao meio (Figura 7).



**Figura 7.** Identificação de sementes de capim-buffel. A = identificação das sementes com auxílio do microscópio e bisturi, B = semente morta, C = presença de sementes duras (dormentes) e D = cariopse vazia e cheia. *Foto: Autoral.*

## 2.6. Análises estatísticas

Os dados foram analisados inicialmente para a verificação dos pressupostos da análise de variância. A avaliação da normalidade dos resíduos para as variáveis resposta, foi feita por meio do teste de Shapiro-wilk (SHAPIRO; WILK, 1965); para a homogeneidade das variâncias, aplicou-se o teste de Levene (LEVENE, 1960); e, para a independência dos resíduos, a estatística *d* de Durbin-Watson (DURBIN; WATSON, 1950), todos ao nível de 0,05 de probabilidade.

A escolha da distribuição e função de ligação para cada variável resposta foi de acordo com o comportamento da variável e o seu melhor ajuste a esses parâmetros. Os dados de germinação (G%), plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), sementes mortas (SM%), sementes duras (SD%) e sementes vazias (SV%) foram analisados utilizando a distribuição Quasibinomial com função de ligação *logit* (AGRESTI, 2007). Os dados de comprimento da raiz (CR) e parte aérea (CPA) foram analisados utilizando a distribuição *Gamma* (THOM, 1958) com função de ligação *log*. Para os dados de biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa seca da parte aérea (BSPA) foi utilizado a distribuição *Gamma* com função de ligação *identity* e *inverse*, respectivamente.

Foi aplicado o procedimento do ajuste com emprego dos Modelos Lineares Generalizados (MLG) devido à violação dos pressupostos da ANOVA e a opção estabelecida de não utilizar a transformação angular na variável resposta.

Os deviances foram calculados conforme cada fator isoladamente e para a interação, assim como para os modelos nulos. As inferências da análise de deviance (ANODEV) para as distribuições *Quasibinomial* e *Gamma* se basearam nas estatísticas *Qui-Quadrado* ( $\chi^2$ ) e *F*.

Após a análise MLG foram analisadas as diferenças significativas dentro de cada Acesso, procedimento de hidratação e variáveis estudadas, por meio de comparações de pares de médias pelo teste post-hoc tukey a 5% de significância. As médias

acompanhadas pelos intervalos de confiança foram ajustadas pelo método de Šidák (ŠIDÁK, 1967). As análises foram feitas por meio do Software R (R Core Team, 2020).

### 3. RESULTADOS

De acordo com os pressupostos da análise de variância, os testes de Shapiro-Wilk indicaram resíduos com distribuição normal apenas para as variáveis resposta sementes duras (0,8003) e sementes vazias (0,4653). Quando analisada a independência dos resíduos pelo teste de Durbin-Watson para verificar a casualização do experimento, percebeu-se que as variáveis germinação (0.356), plântulas normais (0.822), comprimento da raiz (0.686), comprimento da parte aérea (0.914), biomassa seca da raiz (0.32), biomassa seca da parte aérea (0.814), sementes mortas (0.452), sementes duras (0.462) e sementes vazias (0.474) atenderam a esse pressuposto, diferentemente da homogeneidade das variâncias, verificado pelo teste de Levene, onde apenas as variáveis sementes mortas (0.05437) e sementes vazias (0.3405) atenderam a esse pressuposto (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Deviance (ANODEV) para as sementes de *Cenchrus ciliaris* L. oriundas de diferentes épocas de colheita e tratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e água destilada (H<sub>2</sub>O).

F.V.	g.l	G%	PN%	PA%	CR (cm)	CPA (cm)	BSR (g)	BSPA (g)	SM%	SD%	SV%
Tratamento (T)	1	420.95**	151.45**	261.15**	41.44**	75.35**	0.0002**	0.0003**	77.73ns	204.89**	201.31ns
Lotes (L)	5	62.90**	33.59**	27.62**	24.10**	31.22**	0.0001**	0.0001**	64.89**	83.79**	74.47**
T*L	5	49.51ns	30.74ns	24.90ns	9.20**	20.42**	0.0001ns	0.0001*	47.84**	48.42**	56.52*
Shapiro-Wilk		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.0001	0.0004	0.005	0.00339	0.8003	0.4653
Levene		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.05437	0.00682	0.3405
Durbin-Watson		0.356	0.822	0.02	0.686	0.914	0.32	0.814	0.452	0.462	0.474
CV%		31.22	28.11	21.12	16.69	13.07	23.1	21.12	22.15	24.16	21.14

(\*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F de snedecor. (\*\*) = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F de snedecor. ns = não significativo. F.V. fonte de variação. g.l.= grau de liberdade; G% = porcentagem de germinação; PN = plântulas normais; PA = plântulas anormais; CR = comprimento da raiz; CPA = comprimento da parte aérea; BSR = biomassa seca da raiz; BSPA = biomassa seca da parte aérea; SM = sementes mortas; SD = sementes duras; SV = sementes vazias. CV% = coeficiente de variação.

Os resultados referentes ao teor de água das sementes dos lotes de capim-buffel (*C. ciliaris*) oriundos de diferentes épocas de colheita, variaram entre 3.0% e 9.2%.

A porcentagem de germinação (G%) foi estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para os fatores procedimentos de hidratação e lotes de forma isolada (Tabela 1), onde o lote ARI\_06\_06 (43.0%) e ARI\_31\_05 (42.0%) apresentaram as maiores porcentagens de germinação por ocasião da germinação em H<sub>2</sub>O (Tabela 2). O acesso ARI\_11\_06 também diferiu estatisticamente quando as sementes foram colocadas para germinar em H<sub>2</sub>O (15.0%) quando comparadas com a sementes hidratadas com KNO<sub>3</sub> (3.0%). Todos os lotes de sementes da cultivar CPATSA 7754, exceto o acesso 7754\_24\_05, não apresentaram germinação em nenhum dos procedimentos de hidratação (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teor de água (TA%) e germinação (G%) de sementes de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

Lotes	G%		
	TA%	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
7754_24_05	7.1	1.0 bA	0.0 aA
7754_04_06	9.2	0.0 cA	0.0 aA
7754_10_06	7.2	0.0 cA	0.0 aA
ARI_31_05	3.8	42.0 aA	3.0 aB
ARI_06_06	3.0	43.0 aA	1.0 aB
ARI_11_06	6.9	15.0 aA	3.0 aB

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Quasibinomial e função de ligação *logit*.

Para a porcentagem de formação de plântulas normais (PN%) não houve interação significativa entre os tratamentos, no entanto, os fatores isolados foram significativos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Os lotes de sementes que obtiveram as maiores porcentagens de formação de plântulas normais foram o ARI\_31\_05, ARI\_06\_06 e o ARI\_11\_06 em água destilada já para o KNO<sub>3</sub> a porcentagem de plântulas normais foi quase nula (Tabela 3). Considerando a cultivar CPATSA, apenas o acesso 7754\_24\_05 apresentou formação de plântulas normais (1,0%).

Para a análise da porcentagem de formação de plântula anormal, verificou-se a ausência de interação significativa entre os procedimentos de hidratação das sementes e os lotes avaliados, houve apenas diferença significativa para os fatores isolados ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Sementes da cultivar ARIDUS, considerando os acessos ARI\_31\_05 (27.5%), ARI\_06\_06 (27%), ARI\_11\_06 (7.0%) submetidas ao tratamento com H<sub>2</sub>O obtiveram

maior percentagem de formação de plântulas anormais (Tabela 3). Houve diferença significativa entre os procedimentos de hidratação para os lotes da cultivar ARIDUS. As sementes dos lotes da cultivar CPATSA não formaram plântulas anormais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Plântulas normais (PN%) e anormais (PA%) de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e água destilada (H<sub>2</sub>O).

Lotes	PN%		PA%	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
7754_24_05	1.0 bA	0.0 aA	0.0 cA	0.0 aA
7754_04_06	0.0 cA	0.0 aA	0.0 cA	0.0 aA
7754_10_06	0.0 cA	0.0 aA	0.0 cA	0.0 aA
ARI_31_05	14 aA	2.0 aB	27 aA	2.0 aB
ARI_06_06	17 aA	1.0 aB	27 aA	1.0 aB
ARI_11_06	7.0 aA	1.0 aB	7.0 bA	0.0 aB

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Quasibinomial e função de ligação *logit*.

O comprimento da raiz principal (CR) e o comprimento da parte aérea (CPA) das plântulas apresentaram interação significativa entre os procedimentos de hidratação e os lotes ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Dois lotes da cultivar ARIDUS apresentaram diferença estatística entre os tratamentos H<sub>2</sub>O e KNO<sub>3</sub>, onde o comprimento da raiz principal (CR) das plântulas foi estatisticamente superior para os lotes ARI\_6\_06 (3,103cm) e ARI\_11\_06 (1.105cm) (Tabela 4), por ocasião da germinação das sementes em água destilada, não houve diferença estatística em relação a água

O comprimento da parte aérea (CPA) foi estatisticamente superior para todos os lotes da cv. Áridus em relação aos acessos da cv. CPATSA 7754, por ocasião da hidratação em água destilada (Tabela 4), não houve diferença entre os lotes e o KNO<sub>3</sub> foi inferior em relação à água para todos os acessos ARI.

**Tabela 4.** Comprimento da raiz principal (CR) e parte aérea (CPA) de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

Lotes	CR (cm)		CPA (cm)	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
7754_24_05	0.438 bA	0.000 bA	0.887 bcA	0.000 bA

7754_04_06	0.000 cA	0.000 bA	0.000 cA	0.000 bA
7754_10_06	0.000 cA	0.000 bA	0.000 cA	0.000 bA
ARI_31_05	1.147 aA	1.275 aA	2.942 aA	1.800 aB
ARI_06_06	3.103 aA	0.025 aB	2.277 abA	0.575 aB
ARI_11_06	1.105 abA	0.150 aB	3.430 aA	0.725 aB

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Gamma e função de ligação *log*.

Os resultados da análise de desvios para a Biomassa seca da raiz não demonstraram interação significativa entre os procedimentos de hidratação nas sementes e os lotes avaliados, no entanto os fatores isolados foram significativos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Os lotes com maior incorporação de Biomassa na raiz (BSR) foram, de um modo geral, da cv. Áridus, quando as sementes foram hidratadas em H<sub>2</sub>O. Não houve diferença estatística entre os lotes das duas cultivares, quando as sementes foram hidratadas em solução de KNO<sub>3</sub> (Tabela 5). O único lote que apresentou menor acúmulo de massa seca entre os procedimentos de hidratação foi o ARI\_06\_06, por ocasião da hidratação das sementes em solução de KNO<sub>3</sub>.

Para o peso da biomassa seca da parte aérea (BSPA) houve interação significativa entre os tratamentos utilizados e os lotes ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Os acessos que apresentaram melhores resultados em H<sub>2</sub>O foram ARI\_06\_06 (0.007g), ARI\_31\_05 (0.00577g), ARI\_11\_06 (0.00375g), 7754\_24\_05 (0.00225g) (Tabela 5). Um menor acúmulo de massa seca foi verificado nas plântulas oriundas das sementes dos lotes ARI\_06\_06 e ARI\_11\_06, quando as mesmas foram germinadas em solução de KNO<sub>3</sub> em relação as que foram hidratadas em água.

**Tabela 5.** Biomassa seca da raiz (BSR) e parte aérea (BSPA) de plântulas de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

Lotes	BRS (g)		BSPA (g)	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
7754_24_05	0.00267 abA	0.0000 aA	0.00225 bA	0.00000 bA
7754_04_06	0.000 bA	0.0000 aA	0.00000 cA	0.00000 bA
7754_10_06	0.000 bA	0.0000 aA	0.00000 cA	0.00000 bA
ARI_31_05	0.00417 aA	0.00313 aA	0.00577 aA	0.00440 aA
ARI_06_06	0.006 aA	0.00132 aB	0.00700 aA	0.00142 aB

ARI\_11\_06            0.00287 abA    0.00112 aA    0.00375 abA    0.00105 aB

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Gamma e função de ligação *identity* e *inverse*, respectivamente.

Os resultados da análise de desvios tanto para sementes mortas, duras e vazias demonstraram interação significativa entre os procedimentos de hidratação nas sementes e os lotes avaliados ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

As porcentagens de sementes mortas (SM) variaram entre 7.0% e 6.0% entre os tratamentos (Tabela 6). O acesso ARI\_06\_06 apresentou o maior número de sementes mortas quando as sementes foram hidratadas em H<sub>2</sub>O, em relação as hidratadas em KNO<sub>3</sub>. não diferiu estatisticamente.

As maiores porcentagens de sementes duras (SD) foram encontradas para os acessos ARI\_31\_05 (80%), ARI\_06\_06 (68%), 7754\_10\_06 (68%) e ARI\_11\_06 (66%), quando as sementes foram hidratadas na solução de KNO<sub>3</sub> em relação à água (Tabela 6). Os lotes que apresentaram o menor número de sementes dormentes, por ocasião da germinação das sementes em água, foram os acessos ARI\_06\_06 (39%) e ARI\_31\_05 (46%), conseqüentemente esses foram os lotes que apresentaram as maiores taxas de germinação (Tabela 2).

Alguns lotes apresentaram alto número de sementes vazias, tais como o 7754\_10\_06 (41%), ARI\_11\_06 (30%) e ARI\_06\_06 (30%). Observa-se que o lote de sementes ARI\_31\_05 da cultivar ARIDUS foi o que apresentou a menor porcentagem de sementes vazias que variou entre 6.0% e 9.0% (Tabela 6).

**Tabela 6.** Sementes mortas (SM), sementes duras (SD) e sementes vazias (SV) de *Cenchrus ciliaris* L oriundas de sementes de diferentes épocas de colheita e hidratadas com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) à 0,2% e água destilada (H<sub>2</sub>O).

Lotes	SM (%)		SD (%)		SV (%)	
	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>
7754_24_05	3.0 abA	4.0 aA	81.0 aA	80.0 abA	15.0 abA	14.0 cA
7754_04_06	4.0 abA	2.0 aA	79.0 aA	81.0 aA	15.0 bcA	16.0 bcA
7754_10_06	1.0 bA	1.0 aA	54.0 aB	68.0 abA	41.0 aA	31.0 aA
ARI 31_05	5.0 abA	3.0 aA	46.0 bB	80.0 abA	6.0 cA	9.0 cA
ARI 06_06	7.0 aA	1.0 aB	39.0 bB	68.0 abA	17.0 aB	30.0 abA
ARI 11_06	1.0 abB	6.0 aA	54.0 aB	66.0 bA	30.0 aA	24.0 abcA

Médias ajustadas pelo método de Šidák e seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem-se entre si e médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de probabilidade. Modelo ajustado: MLG com distribuição Quasibinomial e função de ligação *logit*.

#### 4. DISCUSSÃO

A análise estatística mostra que não houvam diferenças significativas na interação dos fatores em estudo (procedimentos de hidratação x acessos) para a maioria das variáveis, exceto para o comprimento da raiz e parte aérea, biomassa seca da parte aérea e para sementes mortas, duras e vazias, em que mesmo sem ter havido interação, os fatores isolados foram significativos (Tabela 1). Partindo desses resultados pode-se observar a importância de cada fator avaliado para determinação da qualidade fisiológica de sementes de capim-buffel (*C. ciliaris* L.).

Observou-se diferença nos resultados do teor de água das sementes dos seis lotes coletados, onde os acessos da cv. ARIDUS apresentaram os menores valores, quando comparados aos acessos da cv. CPATSA 7754 apresentaram valores maiores no teor de água. Sabe-se que as sementes quando completam o seu processo de maturação apresentam indicativos como, máximo acúmulo de massa seca e a quantidade de água presente no interior das sementes é elevada. Pode-se observar na (Tabela 2) que os lotes de sementes que mais germinaram foram aqueles que apresentaram menores valores de teor de água, indicando que essas sementes foram colhidas nas melhores épocas (ARI 06\_06, ARI 31\_05) diferentemente da cv. CPATSA 7754, que ao que tudo indica foram colhidas precocemente. Durante a maturidade das sementes o teor de água se encontra elevado devido a necessidade de sintetizar e metabolizar materiais de reserva (BEWLEY et al., 2013), além de que a água é o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente (MARCOS FILHO, 2015).

Apesar disso, Medeiros et al. (2010) relatam que mesmo que o teor de água seja bastante utilizado, devido às sementes passarem por diversas influências do ambiente em que estão inseridas e fatores genéticos, acreditam não ser um bom indicador de maturidade fisiológica. Entretanto, Marcos Filho (2015) enfatiza que o teor de água combinado com outras características se torna de suma importância para o entendimento do processo de maturação, demonstrando a condição fisiológica em que as sementes se encontram. Adicionalmente, Leprince e Buitink (2010) explicam que à medida que as sementes vão secando em campo, pode haver variações de umidade, bem como variações

na umidade relativa do ambiente, em razão das sementes apresentarem comportamento higroscópico.

Observa-se que na (Tabela 2) que, mesmo havendo germinação entres os lotes de sementes colhidas entre os meses de maio e junho, a germinação não ocorreu de forma satisfatória, mesmo utilizando tratamentos para promoção da germinação, ou seja, procedimentos de hidratação. Os acessos da cv. ARIDUS obtiveram as maiores porcentagens de germinação, enquanto que as sementes da cv. CPATSA 7754 apresentaram germinação quase nula. Nota-se que as sementes das duas cultivares apresentam comportamentos distintos mesmo sendo colhidos épocas muito próximas. Esse comportamento pode ser explicado pela diferença entre as sementes e o seu processo de maturidade fisiológica, necessitando de tempos diferentes para completar sua maturação e possível colheita. Observa-se que as sementes apresentam um alto grau de dormência em todas as épocas, especialmente a cultivar CPATSA 7754, preconizando a necessidade da utilização de diferentes métodos de superação de dormência.

Observa-se que alguns lotes de sementes a germinação praticamente não ocorreram e também não responderam ao método empregado para indução da germinação. Eira (1983) em um estudo onde testava diferentes concentrações de  $KNO_3$  (0,1 - 0,2 - 0,3%) para superar a dormência de capim-andropogon, destacou que seu uso na concentração à 0,2% é um dos tratamentos que possui maior praticidade e eficiência para ser utilizado em laboratório. Em contrapartida, para algumas espécies o resultado pode ser completamente diferente onde o  $KNO_3$  pode não atuar de forma enérgica sobre a dormência imposta nas sementes, como foi o caso deste experimento. A ocorrência desse episódio pode ser confirmada por Gazziero et al. (1991), que testando três concentrações de  $KNO_3$  (0,5 - 1,0 - 1,5%) em sementes de capim-massambará, verificaram que nenhuma das concentrações utilizadas favoreceu a germinação das sementes.

A ação do  $KNO_3$  sobre a germinação de sementes ainda é bastante discutida, mesmo ele tendo seu uso consagrado em testes laboratoriais. Frank e Nabinger (1996), sugerem que o uso desse agente químico seja aplicado em sementes que apresentam o tegumento impermeável a gases onde o nitrato de potássio acaba facilitando as trocas gasosas. Nesse caso, a semente de capim-buffel é ategumentada, facilitando a hidratação das sementes e trocas gasosas, por outro lado, essa característica também torna a semente

mais frágil a choques, e a altas temperaturas, o que pode proporcionar alta porcentagem de sementes mortas (COELHO, 2013).

Ficou evidente que as sementes recém-colhidas de capim-buffel apresentam mecanismos de dormência, ocasionados pelo embrião imaturo ou mecanismos fisiológicos de inibição. Winkworth (1971), trabalhando com capim-búffel observou uma dormência prolongada nas sementes, podendo durar mais de um ano. Essa gramínea é comumente propagada por sementes, e até atingir sua maturação as sementes se mantêm dormentes (HACKER; RATCLIFF, 1989). Possivelmente essas sementes precisam de um tempo de armazenamento para superar a dormência imposta, e completar o processo de maturação. Muito embora, foi observada alta desuniformidade na germinação das sementes avaliadas, especialmente nas sementes tratadas com  $KNO_3$  (Tabela 2).

A dormência se dá para aquelas sementes que mesmo estando em um ambiente favorável e adequado não conseguem germinar, frequentemente sucede em sementes de gramíneas forrageiras como é o caso do *C. ciliaris* que possui em suas sementes dormência fisiológica, ocorrendo quando o embrião possui mecanismos que impede a protrusão da raiz primária ou se dando também em função de algumas substâncias fixadoras de oxigênio presentes nas partes que reveste a semente como glumas e páleas. Renard e Capelle (1976), trabalhando com dormência de sementes de gramínea forrageira *B. ruziziensis* observaram baixa germinação e relataram que essa redução pode ser devido a restrição na difusão de oxigênio e ao impedimento causado pelas glumas, afirmando que removendo essas estruturas que reveste a semente pode aumentar a taxa de germinação. Entretanto, neste experimento, não foi feita a retirada das estruturas que revestem as sementes, levando a acreditar que esse pode ser um dos motivos que ocasionou baixo percentual de germinação, visto que, para ambas as cultivares, cerca de 80% das sementes encontravam-se com seus embriões intactos (Tabela 6) e apresentaram germinação inferior a este valor.

As sementes das duas cultivares, depois do tratamento para indução da germinação, tiveram respostas diferentes quanto ao estabelecimento de plântulas normais. Os resultados foram significativos e variou entre 14.0% e 17.0% (Tabela 3). No entanto, no desenvolvimento e crescimento das plântulas normais dos três acessos de CPATSA 7754 não foi verificado respostas significativas, tanto a hidratação em  $H_2O$  como na solução de  $KNO_3$  mostraram similaridade, sendo considerado ambos os procedimentos

como isentos de efeito. Observa-se claramente que a cv. CPATSA 7754 possui dormência expressiva no interior de suas sementes e que possivelmente necessite de um tempo maior de armazenamento ou precise também que seja testado e aplicado outros métodos para superação da dormência, como por exemplo a aplicação de hormônios como giberelinas, tratamento térmico, entre outros.

A porcentagem de plântulas anormais, de um modo geral, acabou sendo afetada pela hidratação em água H<sub>2</sub>O, apontando que o surgimento dessas plântulas, presumivelmente, tenha sido formado por eventuais interferências durante o processo germinativo. Mesmo sabendo da grande importância que a água tem sobre a germinação de uma semente, uma grande disponibilidade hídrica pode acabar impedindo a entrada de oxigênio e interferir no processo germinativo (GUIMARÃES et al., 2008). Sendo assim, esse fator pode então ter desfavorecido a germinação das sementes e conseqüentemente influenciado negativamente na formação das plântulas. Adicionalmente, Yamashita e Guimarães (2010), explicam que alguns fatores poderão influenciar na velocidade de absorção de água pela semente, a exemplo do número de poros distribuídos sobre a superfície do tegumento, disponibilidade de água presente, temperatura, área de contato, forças intermoleculares, composição química, e qualidade fisiológica das sementes e isso poderá mudar de acordo com a espécie e o lote.

Observa-se que os acessos da cv. ARIDUS apresentaram percentuais maiores de plântulas anormais (Tabela 3). É visto que todos os acessos demonstraram respostas parecidas aos procedimentos de hidratação, evidenciando uma disposição no comportamento das sementes de capim-búffel. Plântulas anormais, oriundas de sementes não dormentes, não possuem habilidade de que se estabelecerem de maneira uniforme e vigorosa no campo. De acordo com TONETTI et al. (2006), a qualidade das sementes pode ser avaliada através da porcentagem de sementes germinadas, por meio da velocidade de emergência e crescimento das plântulas.

É possível constatar perante os resultados que possivelmente os tratamentos utilizados que podem ou não reduzir a dormência e promover a germinação ou o estágio em que as sementes são colhidas podem também ocasionar situações de estresse nas sementes sendo uns dos motivos para diminuição da qualidade fisiológica e, havendo essa baixa qualidade certamente o surgimento de plântulas anormais será maior. Carvalho e Nakagawa (2012) enfatizam que sementes que não completaram seu processo de

maturação podem germinar, entretanto não originam plântulas vigorosas, em comparação com aquelas colhidas quando atingem o ponto de maturidade fisiológica.

Considerando o comprimento da parte aérea e raiz das plântulas observou-se que houve estímulos significativos a esse crescimento resultante da hidratação em H<sub>2</sub>O para os lotes da cv. ARIDUS (Tabela 4). O lote ARI 11\_06 foi mais vigoroso em relação ao comprimento da parte aérea, já o lote ARI 06\_06 foi o que proporcionou o maior percentual em relação ao comprimento da raiz quando comparados com os demais. O acesso ARI 06\_06 resultou nos melhores desempenhos tanto para o crescimento da parte aérea como da raiz (Tabela 4). As avaliações onde se pode avaliar o desempenho das plântulas são consideradas também como testes de vigor ou testes fisiológicos (MCDONALD JR., 1975), com esses testes é possível determinar a atividade fisiológica específica, onde a manifestação dessa atividade dependerá do vigor da semente.

Uma semente altamente vigorosa vai impactar diretamente na capacidade da plântula em armazenar massa seca (Marcos-Filho, 1999), porém, na medida que os estádios ocorrem, a influência que o vigor teria sobre a planta diminui e então ela passa a ser dependente da interação entre genótipo e ambiente. Kolchinski et al. (2006) trabalhando com soja, observaram que as plantas oriundas de sementes com alta qualidade fisiológica proporcionaram respostas positivas e maiores desempenho em relação ao seu crescimento, estabelecendo plantas com maior quantidade de massa seca e área foliar aos 30 dias após sua emergência. Krzyzanowski e França Neto (2001) explicam que os processos de mobilização e utilização das reservas da semente que auxilia na formação de novos tecidos na plântula em desenvolvimento envolve questões bioquímicas que se relacionam com o funcionamento dos sistemas enzimáticos.

Considerando o peso da biomassa massa seca da parte aérea e radicular, observou-se diferenças significativas para ambas as avaliações. O acesso ARI 06\_06 apresentou resultado satisfatório para ambas avaliações (Tabela 5). Segundo Schuch et al. (2000), sementes de alta qualidade e conseqüentemente mais vigorosas originam plântulas com maiores quantidades de massa seca em comparação a sementes de médio e baixo vigor, essa quantidade de massa seca será aumentada em decorrência do crescimento das plântulas. É de suma importância a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica e que portanto completaram o seu processo de maturação, uma vez que, a partir dela será uma sucessão de resultados positivos, onde essa semente produzirá plântulas homogêneas

e uniformes, com maior comprimento da parte aérea e sistema radicular e certamente apresentará maior produção de biomassa seca. Thorne et al. (1971), fizeram estudos para avaliar aspectos fisiológicos de *C. ciliaris*, e afirmaram que na população dessa espécie existem diferenças nos mecanismos fisiológicos entre os indivíduos, esses mecanismos são mencionados também por Manif e Chaieb (2010). Os mecanismos fisiológicos da espécie podem interferir positivamente ou negativamente no estabelecimento de plântulas e assim determinar se será promissora ou não.

A germinação dos seis lotes de sementes de capim-buffel ficou em torno de 43.0% (Tabela 2) apresentando a maior parte das sementes testadas como duras, ou seja, possuem dormência (Tabela 6). Observa-se que houve um alto percentual para sementes duras nas avaliações e em seguida uma taxa considerável de sementes vazias, característica esse presente em sementes da família Poaceae. Esses fatores acabam interferindo nos testes de germinação e por isso é extremamente importante levar em consideração em avaliações da qualidade fisiológica de sementes. A porcentagem de sementes mortas variou entre 6.0% a 7.0% (Tabela 6) e, possivelmente, estando relacionada a ataques de microrganismos, uma vez que, foi observado a presença de fungos durante o teste de germinação.

Diversos motivos podem interferir nas fases de maturação e colheita de sementes de gramíneas, sendo comum a baixa taxa de germinação de sementes em laboratório. A presença de microrganismos na semente dificulta a emergência de plântulas e eleva o número de sementes mortas no teste de germinação. Essa é uma realidade que compromete a avaliação de germinação, uma vez que, apresentando esse problema durante os testes, um lote de boa qualidade pode apresentar baixo percentual germinativo (EMBRAPA SOJA, 2010).

Os lotes das sementes de capim-buffel reagem de forma diferente aos procedimentos de hidratação, isso quer dizer que dentro de um lote de sementes pode ocorrer diferentes respostas ao tratamento utilizado. Segundo Almeida e Silva (2004), a taxa de sementes mortas pode refletir eventuais prejuízos fisiológicos, gerados pela resposta das sementes aos procedimentos aos quais foram submetidas.

Sabe-se que diversas espécies forrageiras quando recém-colhidas ou que passaram pouco tempo armazenadas podem não apresentar respostas positivas e imediatas em relação ao emprego de métodos para superação da dormência, tendo como resultado final

um elevado número de sementes duras (EICHELBERGER et al., 2001). Com os testes finais da avaliação das sementes foi possível identificar um alto número de sementes dormentes. Nakagawa et al. (2009) explicam que, embora a presença de sementes duras seja uma característica que garante a preservação da semente e da espécie, não é uma característica desejável em genótipos comerciais, pois levará inúmeros inconvenientes durante a implantação da cultura.

Outra característica muito comum de se encontrar em sementes de capim-búffel é a presença de sementes vazias, sem o embrião. Todos esses aspectos diminuem a qualidade dos lotes de sementes produzidas dessa espécie. Observa-se na tabela 6 um número considerável de sementes duras e em seguida de sementes vazias. Estes resultados podem explicar o porquê também que as sementes apresentaram baixo percentual germinativo. De acordo com Carvalho et al. (2000), as condições influenciam diretamente no ciclo de vida das espécies, sendo a disponibilidade hídrica o fator mais importante na qualidade da semente a ser produzida, sendo assim, é fundamentalmente importante que haja água disponível no solo para a planta, do contrário, formam-se sementes vazias. Outro aspecto importante para obter sementes de qualidade é o estado fisiológico em que as sementes se encontram no momento em que são colhidas, pois, quando imaturas, o lote de sementes apresenta baixa taxa de germinação e vigor (GOMES et al., 2002).

## 5. CONCLUSÃO

Sementes de *C. ciliaris* L. colhidas com baixo teor de água favorecem a germinação das sementes. A utilização do KNO<sub>3</sub> não mostrou eficácia para a superação da dormência das sementes recém-colhidas. Foi observado um alto número de sementes duras e sementes vazias nos lotes das cvs. ARIDUS e CPATSA 7754, fortalecendo ainda mais a importância de incluir estudos de identificação de sementes nos testes de germinação.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC. Perfil da pecuária no Brasil. **Relatório anual**, 2018. Disponível em: <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>.

- ALMEIDA, C.R.; SILVA, W.R. Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.44-49, 2004.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC.. São Paulo: Instituto FNP Consultoria & Comércio, p. 379, 2017.
- ANDRADE, R.V. Época de colheita, produção e qualidade de sementes de capim gordura. Brasília: **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 2, p.9-22, 1983.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Seed Dormancy and Germination**. Academic Press, San Diego, CA. 1998.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. (Ed.) **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer, p. 392, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ ACS, p. 395, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, p.588, 2000.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, p. 98-118, 2000.
- COELHO, D. F. O. **Germinação e morfo-anatomia em sementes de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) cv. Biloela**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal. Área de concentração em Produção, manejo e conservação de forragem) Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, p.57-58, 2013.
- DONOHUE, K. Completing the cycle: maternal effects as the missing link in plant life histories. *Philosophical transactions of the royal society. Biological Sciences*. p. 1059–1074, 2009.
- EICHELBERGER, L.; MAIA, M. S.; CAMACHO, J. C. B. Períodos de pré esfriamento na superação da dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.212-218, 2001.
- EIRA, M.T.S. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de capim Andropogon. **Revista Brasileira de Sementes**. v.5, n.3, p.37-49, 1983.
- FENNER, M. Environmental influences on seed size and composition. **Horticultural Reviews**. (Am. Soc. Hortic. Sci.). p. 183–213, 1992.

FENNER, M. The effects of the parent environment on seed germinability. **Seed Science Research**, p.75–84, 1991.

FIGUEIREDO, J. C. **Maturação fisiológica de sementes de capim-buffel cv. Aridus**. 2018, 38 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2018.

FRANKE, L.B.; NABINGER, C. Avaliação da germinação de seis acessos de *Paspalum notatum* Flüggé, nativos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. v.18, n.1, p.102-107, 1996.

GAZZIERO, D.L.P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ULBRICH, A.V.; VOLL, E.; PITELLI, R.A. Estudo da superação de dormência de sementes de capim massambará (*Sorghum halepense* (L.) PERS.) através de nitrato de potássio e ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**. v.13, n.1, p.21- 25, 1991.

GOMES, V.; FERNANDES, W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D. C. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 4, p. 421-427. 2002.

GORECKI, M.J.; LONG, R.L.; FLEMATTI, G.R.; STEVENS, J.C. Parental environment changes the dormancy state and karri kino-lide response of *Brassica tournefortii* seeds. **Annals of Botany**, v. 109, n.7, p.1369–1378, 2012.

GUIMARÃES, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; LOUREIRO, M.E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v2. n.1, p.31-40, 2008.

GUTTERMAN, Y. Differences in progeny due to daylength and hormone treatment of the mother plant. in Heydecker, W. (Ed.) **Seed ecology**. London, Butterworths, p. 59–80, 1973.

GUTTERMAN, Y. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. In: Fenner, M. (Ed.), *Maternal Effects on Seeds During Development*, 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, England, pp. 59–84, 2000.

GRIFFITHS, D.J. et al. **Principles of herbage seed production**. Wales [Aberystwyth], 1967. (Welsh PL. Breed. Stn. Tech. Bull. N°1).

HAASE, P.; PUGNAIRE, F.I.; INCOLL, L.D. Seed production and dispersal in the semi-arid tussock grass *Stipa tenacissima* L. during fasting. **Journal of Arid Environments**. p. 55–65, 1995.

HACKER, By J.B.; RATCLIFF, D. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. **Journal of Applied Ecology**, v.26, p.201-212, 1989.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KOHLER, C. Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. **Development**, v. 139, n. 11, p. 2031-2039, 2012.

KARSSSEN, C.M. The light promoted germination of the seeds of *Chenopodium album* L. III. Effect of the photoperiod during growth and development of the plants on the dormancy of the produced seeds. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 19, p. 81-94, 1970.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 163-166, 2006.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: From genomics to the field. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 554-564, 2010.

MANIF, L.; CHAIEB, M; Net photosynthesis and leaf water potential of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) accessions, growing in the arid zone of Tunisia. **Journal of Biological Research**. v.14, p. 231 – 238, 2010.

MANSOOR, U.; HAMEED, M.; WAHID, A.; RAO, A.R. Ecotypic Variability for drought resistance in *Cenchrus ciliaris* L. germplasm-from Cholistan desert in Pakistan. **Int. Journal of Agriculture And Biology**. p. 392-397, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 2015.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.DE B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3, p. 1-24.

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

MASCHIETTO, J.C. Problemas na produção de sementes de capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 3, n. 1, p. 117-121, 1981.

MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; FREITAS, A.V.L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 017-024, 2010.

McDONALD JR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the International Seed Testing Association**. v.65, n. 1, p.109-139, 1975.

- McDONOUGH, W.T. **Seed physiology**. In: SOSEBEE, R. E. (Ed.) Rangeland plant physiology. Washington: USDA Forest Service, p. 155-84, 1977.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; TOLEDO, M. Z. Germinação de sementes armazenadas de guandu. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p.049-048, 2009.
- OSMAN, A.E.; MAKAWI, M.; AHMED, R. Potential of the indigenous desert grasses of the Arabian Peninsula for forage production in a water-scarce region. **Grass Forage Sci**, p. 63, 495–503, 2008.
- PEACOCK, J.M.F.; FERGUSON, M.E.; AL HADRAMI, G.A.; MCCANN, I.R.; AL-HAJJOJ, A.S.; ALEH, A.; KARNIK, R. Conservation through utilization: a case study of the indigenous forage grasses of the Arabian Peninsula. **Journal of Arid Environments**. v. 54, p. 15–28, 2003.
- PINTO, J.C. **Produção de sementes de plantas forrageiras**. Universidade Federal de Lavras. Bol. téc, n. 2, p. 26, 1995.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, p.19-95, 1985.
- PRIETO, M.C.A. **Efeito da adubação nitrogenada e época de colheita sobre a produção e qualidade de sementes de *Setaria sphacelata* var. *Sereia* cv. *Kazungula*, *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, p. 51, 1986.
- R Core Team R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2020.
- RENARD, C.; CAPELLE, P. Seed germination in Ruzizi grass (*Brachiaria ruziziensis* Germain e Everard). **Australian Journal of Botany**, v. 24, n. 4, p. 437-446, 1976.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Emergência a campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.2, p.97-101, 2000.
- SILVA, M. I. de L. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta (*Capsicum caccatum* L.), cv. *Dedo-de-moça* em função do estágio de maturação dos frutos**. 2013. 62 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2013
- SILVA, J.E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento de milho em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 15, n. 3, p. 329-333, 1980.

- STERLING, M.; BAKER, C.J.; BERRY, P.M.; WADE, A. An experimental investigation of the lodging of wheat. **Agriculture and Forest Meteorology**, v.119, p.149-165, 2003.
- TALLOWIN, J.R.B.; JEFFERSON, R.G. Hay production from lowland semi-natural grasslands: A review of implications for ruminant livestock systems. **Grass Forage Sci.** v. 54, p. 99–115, 1999.
- TONETTI, O.A.A.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.M. Qualidade fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.114-121, 2006.
- TREHARNE, K.J; PRITCHARD, A.J.; COOPER, J.P. Variation in Photosynthesis and Enzyme Activity in *Cenchrus ciliaris* L. **Journal of Experimental Botany**. V. 22, n. 71. p. 227, 1971.
- WINKWORTH, R.E. Longevity of buffel grass seed sown in an arid Australian range. **Journal of Range Management**, v. 24, p. 141-145, 1971.
- WURZBURGER, J.; KOLLER, D. Differential effects of the parental photothermal environment on development of dormancy in caryopses of *Aegilops kotschyi*. **Journal of Experimental Botany**, v. 27, p. 43–48, 1976.
- YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.309-317, 2010.
- ZANUTO, M. R.; MULLER, D.; MIRANDA, D. M. Análise de sementes de capim braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. marandú) em diferentes épocas de florescimento. **UNICiências**, v. 14, n. 2, p. 187-197, 2010.