



SUELEN SILVA NUNES

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
CALOPOGÔNIO**

INCONFIDENTES - MG
2016

SUELEN SILVA NUNES

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
CALOPOGÔNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul de Minas Gerais – *campus* Inconfidentes para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dra Hebe Perez de Carvalho

**INCONFIDENTES - MG
2016**

SUELEN SILVA NUNES

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
CALOPOGÔNIO**

Data de aprovação: ___ de _____ de 20__

Orientadora: Dra. Hebe Perez de Carvalho
(IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*)

Coorientador: Dr. Waldssimiler Teixeira de Mattos
(Instituto de Zootecnia – Nova Odessa)

Me. Taciano Benedito Fernandes
(IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*)

*Aos homens mais importantes da minha vida,
por toda sustentação, confiança, dedicação,
apoio, amor e companheirismo nos momentos
mais importantes de minha vida – meu querido
pai, Antônio Daniel Nunes e meu amado
noivo, Thalyson Almeida Florentino,*

Dedico.

À minha querida mãe e melhor amiga,

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e acima de tudo agradeço a Deus, que me presenteou com esta grande bênção de poder estudar em um Instituto Federal e adquirir título de Bacharel em Engenharia Agrônômica. Além de me dar forças, saúde e estímulo para superar todas as dificuldades que surgiram durante o período de execução desta tarefa.

Agradeço aos meus familiares:

Ao meu amado pai Antônio Daniel, por sempre ter me apoiado, incentivado e por ter se desdobrado para financiar meus estudos, à fim de me presentear com a conquista de minha independência; além de sempre ter me ensinado o valor do trabalho, dedicação e esforço. A minha querida mãe Luzenir, por todo amor que me foi me dedicado durante toda minha vida, pelo companheirismo e toda a estrutura psicológica que me proporcionou durante este período, especialmente nos momentos mais difíceis, me dando conselhos amorosos e colo. Às minhas irmãs Simone e Samyra por terem me ensinado o valor da família e por todos os momentos de alegria que me proporcionaram durante estes cinco anos de graduação. Aos meus sobrinhos Matheus e Maria Clara, por me encherem de amor e motivação além renovarem minhas forças para concluir toda esta jornada.

Agradeço em especial ao meu amado noivo, Thalyson Almeida Florentino, por todo companheirismo e dedicação que me dispôs durante os últimos 8 anos; especialmente durante o período de minha graduação, principalmente por toda ajuda disponibilizada e toda compreensão que me dispôs em todo tempo em que estamos juntos, por ser um homem maravilhoso e o grande amor da minha vida.

Agradeço ao meu grande amigo-irmão mais velho Carlos Elias Soares Júnior, por sempre ter estado presente em todos os momentos que estive fora de casa, sendo sempre a pessoa que me atendia com muito amor e disposição no momento que eu precisava. Obrigada Ju!

Agradeço a minha amiga Paloma Pereira Bonfitto, por todo companheirismo, risos e trabalhos executados durante estes cinco anos de graduação.

Agradeço ao IFSULDEMINAS – campus Inconfidentes, pela vaga que me foi cedida, por todas as oportunidades que me foram dadas durante o período de graduação e principalmente por nunca terem restringido o usufruto de quaisquer dependências da

Instituição. Agradeço a todo seu corpo docente que me transmitiram conhecimentos e apoio durante este período, e também aos seus funcionários.

À Prof. D. Sc. Hebe Perez de Carvalho por ter me aceitado como sua orientanda dedicando-me seu tempo e confiança para a execução deste trabalho.

Agradeço ao Taciano Benedito Fernandes por ter permitido o uso das estufas e do Laboratório de Microbiologia do Campus.

Ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (IZ), por ter auxiliado durante a execução do trabalho, cedendo materiais e permitido a participação de seus membros, sob forma de orientação, sendo assim meu coorientador Waldssimiler Teixeira de Mattos, que teve participação direta e ativa durante a execução do experimento e em meio as correções durante a escrita desta monografia.

Além dos colaboradores Thiago Perez Granato e Suleize Rocha Terra e também a pesquisadora do IZ Alessandra Aparecida Giacomini, por ter contribuído neste trabalho com seus conhecimentos estatísticos.

Aos membros da banca por disponibilizarem seu tempo para assistir a apresentação deste trabalho e ajudarem a corrigir os erros cometidos durante a elaboração desta monografia.

À toda população de Inconfidentes por ter me recebido de braços abertos desde que cheguei aqui em 2012; e a todos que se fizeram presentes direta ou indiretamente, durante a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Mil cairão ao teu lado, dez mil a tua direita, mas tu não serás atingido.”

(Bíblia Sagrada – Salmos 91:7)

RESUMO

A qualidade das sementes de leguminosas forrageiras é um fator de fundamental importância para o sucesso das consorciações de pastagens, especialmente nos quesitos produtividade e implantação da espécie na área, sendo, o Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* cv. Comum) uma das espécies recomendadas para este fim. Atualmente, têm sido desenvolvidas pesquisas a fim de definir métodos de determinação do vigor das sementes que sejam simples, rápidos, baratos, precisos e que forneçam resultados consistentes. O teste de envelhecimento acelerado é uma alternativa promissora por expor as sementes a condições extremas de umidade e temperatura, interferindo diretamente em seu metabolismo, sendo feita posterior quantificação do vigor das sementes submetidas a ele. O presente trabalho teve como objetivo determinar a temperatura ideal e o tempo de condicionamento das sementes para a realização do teste de envelhecimento acelerado para *C. mucunoides* cv. Comum, além de verificar a influência da temperatura na qualidade das sementes desta espécie. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x3), sendo os fatores três temperaturas (35, 40 e 45°C) e três tempos de condicionamento do teste (12, 24 e 36h). Foram realizadas as seguintes avaliações: teor de água das sementes, primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica. Verificou-se que com o aumento do tempo de exposição do teste, ocorreu aumento do teor de água das sementes em qualquer temperatura, além de o aumento da temperatura ter ocasionado menor absorção de água. Recomenda-se para a espécie em estudo o uso do teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 35°C por 12h.

Palavras-chave: *Calopogonium mucunoides*; leguminosa forrageira; vigor de sementes; temperatura.

ABSTRACT

The quality of forage legume seed is a factor for the success of association pastures, especially as regards productivity and deployment of the species in the area, and Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* cv. Comum) is one of the species recommend for much used to this end. Currently, surveys have been developed in order to define methods for determining the vigor of the seeds that are accurate, simple, fast, cheap and provide consistent results. The accelerated aging test is a promising alternative for exposing the seeds to extremes of humidity and temperature, directly interfering in their metabolism and being amenable to quantification of seed vigor submitted to it. The objective of the present study was to determine the ideal temperature and the time of conditioning of the seeds for the accelerated aging test for *C. mucunoides* cv. Comum, besides verifying the influence of temperature on the quality of the seeds of this species. The experimental design was completely randomized in a factorial (3x3), with three factors temperatures (35°C, 40°C and 45°C) and three test conditioning times (12h, 24h and 36h). The following determinations were performed: water content of seeds, germination first count, germination, germination speed index, dry plant matter and electrical conductivity. It was found that as the exposure time of the test increased, there was an increase in the seed water content used at any temperature. Furthermore, with increasing temperature tested, although there is increasing water content, at higher temperatures water absorbency is lower. It is recommended for the species under study using accelerated aging test at a temperature of 35° C for 12h.

Key-words: *Calopogonium mucunoides*; forage legume; seed vigor; temperature.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Dormência de sementes.....	4
2.2. Vigor de sementes.....	4
2.2.1. Teste de germinação.....	5
2.2.2. Envelhecimento acelerado.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1. Caracterização do lote de sementes de <i>Calopogonium mucunoides</i> cv. Comum.....	6
3.2. Montagem do experimento.....	7
3.2.1. Teste de envelhecimento acelerado.....	7
3.2.2. Determinação do teor de água.....	7
3.2.3. Teste de Germinação.....	8
3.2.4. Primeira contagem de germinação.....	8
3.2.5. Índice de Velocidade de Germinação.....	8
3.2.6. Condutividade elétrica.....	8
3.3. Análise estatística.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1. Teor de água.....	10
4.2. Germinação.....	11
4.3. IVG.....	12
4.4. Condutividade elétrica.....	14
5. CONCLUSÕES.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
APÊNDICES.....	19

1. INTRODUÇÃO

A produção e a demanda por sementes forrageiras de alta qualidade no Brasil vêm se destacando em virtude da necessidade de novas tecnologias de produção como, por exemplo, integração lavoura-pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta e pastagens consorciadas (gramíneas-leguminosas). Conseqüentemente, a demanda pelo aprimoramento dessas tecnologias para a determinação da qualidade de sementes vem aumentando devido a necessidade de melhoria da qualidade das pastagens, sendo esta alcançada através do uso de sementes de alto vigor.

Desta forma, um dos alicerces durante o processo de formação de pastagens é a aquisição das sementes, pois, o investimento será parcialmente ou completamente desperdiçado se as sementes não germinarem. Assim, o conhecimento da qualidade de um lote de sementes, sendo este de gramíneas ou quaisquer leguminosas, depende da disponibilidade de metodologias precisas (e específicas para a espécie em questão), que sejam simples e rápidas, e que proporcionem resultados confiáveis.

Uma leguminosa forrageira com alto potencial para ser utilizada em consorciação é o Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), pois, apresenta pouca exigência em fertilidade do solo, resistência moderada ao sombreamento e pode ser fornecida ao gado tanto sob forma de feno como pastejo direto, em cochos ou ainda, junto com a pastagem em forma de consorciação. Esta espécie de planta forrageira torna-se uma boa alternativa para a consorciação em decorrência da boa aceitação que o gado apresenta ao consumi-la quando o capim encontra-se seco, além de apresentar boa digestibilidade nesta condição.

Entretanto, esta espécie se reproduz através da produção sementes, e por este motivo necessita de atenção com relação as condições de armazenamento destas. Muitas vezes, se faz comum o armazenamento dos lotes de sementes em galpões que podem não apresentar condições adequadas e resultar em perda de vigor das sementes e conseqüentemente redução de produção, gerando um estande final de plantas inferior ao planejado. Para tanto, antes de se fazer a implantação de quaisquer espécies em determinada área com o objetivo de formar pastagens, é necessário verificar como as sementes estão em termos de qualidade física, fisiológica e sanitária.

Neste sentido, o emprego de testes rápidos para a avaliação do vigor de sementes torna-se uma ferramenta imprescindível para a avaliação da qualidade física e fisiológica de um lote, uma vez que agiliza as decisões a serem tomadas em relação ao manejo destas. Para tanto, a pesquisa em tecnologia de sementes tem atuado, em caráter permanente, no sentido de desenvolver e/ou aprimorar testes que possibilitem a avaliação da qualidade das sementes, principalmente das espécies que requerem cuidados durante o armazenamento.

O teste de vigor pelo método do ‘envelhecimento artificial’ ou ‘envelhecimento acelerado’ tem sido considerado uma alternativa promissora devido à rapidez de execução do teste e à eficiência na caracterização da viabilidade de um lote de sementes. O teste consiste na exposição das sementes a condições extremas de umidade e temperatura, sendo feita posteriormente a verificação de seu desempenho para a formação de plântulas normais. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho verificar qual a melhor combinação entre temperatura e tempo de duração do teste de envelhecimento acelerado para a espécie de leguminosa forrageira *Calopogonium mucunoides* cv. Comum, baseando-se posteriormente em seu potencial fisiológico, além de avaliar a influência da temperatura na qualidade das sementes avaliadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) é uma leguminosa forrageira pertencente a família Fabaceae, é oriunda da América Tropical e abrange todo o território entre o Trópico de Câncer e o Trópico de Capricórnio, sendo mais comumente encontrada na América do Sul e Central (FONSECA, 2010). São plantas herbáceas vigorosas, que possuem hábito de crescimento rasteiro e trepador, além de apresentarem pilosidades com coloração ferruginosa por todo o caule, folhas (em ambas as faces) e em suas vagens. Suas folhas são compostas e apresentam três folíolos, com cerca de 4 a 10 cm de comprimento e cerca de 2 a 4 cm de largura, possui vagens curtas e retas que são bivalvas e deiscentes (FONSECA & MARTUSCELLO, 2010; COSTA et al., 2001).

Quanto ao clima para seu desenvolvimento, apresenta melhor desempenho em ambientes úmidos, apresentando alta resistência ao encharcamento, alta produção de sementes e alta tolerância ao superpastejo (ANDRADE; ASSIS; SALES, 2010). Segundo Costa et al. (2001), a planta apresenta também baixa resistência a seca e moderada resistência ao sombreamento. É pouco exigente em fertilidade do solo e é altamente resistente a solos com pH ácido (CARVALHO, 1985). Devido as características supracitadas, é comumente usada em consorciação com pastagens. Outro aspecto importante desta leguminosa é a formação de nodulações em suas raízes que são realizadas por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* tendo estas como finalidade a realização do processo de fixação biológica de nitrogênio, além da grande produção de matéria orgânica através da decomposição de suas folhagens que caem ao solo (HUNGRIA et al., 1994).

Suas sementes possuem dormência mecânica, podendo ser feita escarificação com imersão em ácido sulfúrico concentrado (COSTA et al., 2001). Segundo Souza Filho e Dutra (1998), a germinação desta espécie não é afetada pelo pH na faixa de 3 a 11, podendo ser inibida por Al em concentrações de 2 meq/100 ml, além da salinidade interferir negativamente no processo de germinação.

2.1. DORMÊNCIA DE SEMENTES

Considera-se ainda que a maior parte das espécies forrageiras seja dotada de dormência física, em virtude da elevada rigidez em sua epiderme, que muitas vezes impede a entrada de água. Devido a essa barreira, muitas técnicas de escarificação passam a ser utilizadas, a fim de se favorecer a germinação, conforme demonstrado por Franke e Baseggio (1998).

Terra et al. (2012) verificaram que para a espécie *Macrotyloma axilare* a forma de escarificação ideal é a imersão em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos. Do mesmo modo, Teles et al (2000) verificaram que sementes de *Leucaena leucocephala* podem ser escarificadas tanto por imersão em ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos como por imersão em água a 80°C. Dentre as espécies de leguminosas forrageiras em que são utilizados métodos de superação de dormência, o Calopogônio responde positivamente a distintas escarificações, como a exemplo, a embebição em solução concentrada de ácido sulfúrico (DEMINICIS, 2006).

2.2. VIGOR DE SEMENTES

À partir do momento em que as sementes atingem sua maturidade fisiológica, inicia-se um processo contínuo e irreversível de deterioração, no qual ocorrem diversas alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas. Neste momento, atributos como genótipo, tipo de semente, teor de água e composição química são determinantes para a intensificação ou redução deste processo (TORRES; MARCOS FILHO, 2001). Os testes de vigor têm sido utilizados com objetivo de prestar auxílio ao teste de germinação, pois, este apresenta limitações quando nos referimos à separação de lotes de mesma porcentagem de germinação, porém com diferentes níveis de vigor.

2.2.1. Teste de germinação

O teste de germinação tem apresentado algumas limitações quando se trata de diferenciar sementes de mesmo percentual de germinação, porém, com níveis de vigor distintos. Isto acontece porque durante a execução do teste de germinação são fornecidas condições favoráveis ao desenvolvimento das sementes. A exemplo, quantidade necessária de água, fotoperíodo e temperatura (TORRES; MARCOS FILHO, 2001).

Ao estarem em condições estritamente favoráveis, as sementes desenvolvem-se em seu potencial máximo. No entanto, quando o mesmo lote de sementes se depara em condições adversas no campo, pode ocorrer de sua germinação ser inferior, demonstrando que o teste apresenta limitações em separar as sementes em níveis de vigor distintos.

2.2.2. Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado tem por objetivo submeter as sementes avaliadas à níveis estressantes de temperatura e umidade, com posterior verificação de sua porcentagem de germinação, avaliando-se as porcentagens de plântulas normais e anormais. Parte do princípio que a deterioração das sementes é aumentada consideravelmente de acordo com sua exposição a estas condições (MARCOS FILHO, 1994). Este é um teste capaz de proporcionar resultados confiáveis, especialmente por exigir uma metodologia relativamente simples, e possibilitar obtenção dos resultados em poucos dias.

Este teste faz uso da combinação de dois fatores essenciais no desenvolvimento das sementes durante o processo de germinação: quantidade de água e temperatura. Segundo José (2003) a temperatura pode interferir severamente na integridade das membranas celulares das sementes, podendo ocasionar danos irreversíveis. Sendo, este processo acompanhado da redução da qualidade fisiológica das sementes, podendo esta ser visualizada pelo aumento da liberação de eletrólitos, que podem ser quantificados através do teste de condutividade elétrica.

Neste sentido, o teste deve ser padronizado para cada espécie, de acordo com sua sensibilidade aos fatores citados anteriormente. Como a exemplo as combinações específicas para as seguintes espécies: para tomate, o uso de 41°C por 72h como demonstrado por Panobianco e Marcos Filho (2001); uso de 43°C por 48h tanto para sementes de milho, segundo Venancio et al. (2012) como para sementes de trigo de acordo com Ohlson et al. (2010) e uso de 43°C por 24h para sementes de feijão (BERTOLIN; SÁ; MOREIRA, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção Vegetal e no Laboratório de Microbiologia localizados na Fazenda-Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul de Minas Gerais, *Campus* Inconfidentes, no município de Inconfidentes – MG, durante o mês de agosto de 2016. Para as avaliações utilizou-se um único lote de sementes de Calopogônio (*Calopogonium mucunoides* cv. Comum) safra 2014/2015; obtido comercialmente, o qual foi submetido ao teste de envelhecimento acelerado com o objetivo de se determinar a melhor combinação entre temperatura de submissão e tempo de duração do teste de envelhecimento acelerado para esta espécie.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES DE *CALOPOGONIUM MUCUNOIDES* CV. COMUM

Com a finalidade de caracterização do lote de sementes adquirido, foi separada uma porção de sementes e inicialmente foram realizados testes de pureza, peso de mil sementes, teor de água, teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE) de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Devido a necessidade de quebra de dormência apresentada pelas sementes de *C. mucunoides* cv. Comum para determinação de sua qualidade fisiológica foi realizado um ensaio prévio, no qual verificou-se maior porcentagem de sementes germinadas e menor porcentagem de plântulas anormais ao imergir as sementes em ácido sulfúrico (1 M) por 10

min (Figura 1, APÊNDICE A). Após a imersão das sementes em ácido, estas foram lavadas em água corrente por cerca de 2 a 3 minutos.

3.2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x3), sendo os fatores avaliados três temperaturas de envelhecimento acelerado (35, 40 e 45°C) e três tempos condicionamento (12, 24 e 36h) com quatro repetições. Os tratamentos foram conduzidos simultaneamente, utilizando-se três estufas incubadoras, cada uma regulada para a temperatura desejada. Para cada tratamento (combinação entre temperatura e tempo) foram utilizadas cerca de 18 g de sementes, quantidade suficiente para posterior realização dos testes de teor de água; germinação juntamente com IVG e primeira contagem de germinação, além da avaliação da condutividade elétrica, totalizando aproximadamente 200 g de sementes para todas as avaliações.

3.2.1. Teste de envelhecimento acelerado

Utilizou-se o método descrito por Marcos Filho (1994), colocando-se 40 ml de água destilada em caixas plásticas com tela de alumínio, a fim de que fosse possível a manutenção da umidade relativa do ar próximo a 100%. A tela de alumínio foi utilizada para a disposição uniforme das sementes escarificadas em sua superfície, a fim de que estas não ficassem em contato com a água (Figura 2, APÊNDICE A). As caixas, tampadas, foram mantidas em estufa incubadora, utilizando-se as seguintes combinações entre temperatura e tempo de condicionamento: 35°C/12h, 40°C/12h, 45°C/12h, 35°C/24h, 40°C/24h, 45°C/24h, 35°C/36h, 40°C/36h, 45°C/36h.

Após o envelhecimento acelerado, as sementes foram submetidas aos seguintes testes: determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica.

3.2.2. Determinação do teor de água

Utilizou-se o método da estufa a 105°C, com 2 repetições de 5 g. As repetições de sementes foram pesadas e posteriormente acondicionadas em cápsulas metálicas, em seguida foram colocadas em estufa a 105°C por 24h. Após este período foram pesadas novamente e para a obtenção dos resultados seguiu-se o cálculo recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.2.3 Teste de Germinação

O teste foi conduzido em caixas plásticas com 4 repetições de 50 sementes, sendo estas distribuídas sobre 2 folhas de papel mata-borrão conforme apresentado na Figura 3 (APÊNDICE A), e posteriormente colocadas para germinar em câmara incubadora BOD, na temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12h. A condução do teste foi realizada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Ao fim do teste, no décimo dia, foram verificadas as porcentagens de plântulas normais, anormais, sementes duras, dormentes e mortas.

3.2.4. Primeira contagem de germinação

Executou-se esta avaliação durante o teste de germinação, mais especificamente no 3º dia após a instalação do teste supracitado, sendo verificadas as porcentagens de sementes germinadas (BRASIL, 2009).

3.2.5. Índice de Velocidade de Germinação

Realizou-se durante o teste de germinação, sendo feita a contagem do número de sementes germinadas, em que esse procedimento foi repetido diariamente durante 10 dias. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que emitiram radícula e posteriormente formaram plântulas. Com os dados obtidos ao fim do teste, o IVG foi calculado segundo a equação proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação (sementes germinadas/dia);

N1,N2, Nn = número de plântulas germinadas no dia 1, dia 2, dia n, respectivamente e

D1,D2, Dn = número de dias após a sementeira.

3.2.6. Condutividade elétrica

A determinação da CE foi realizada segundo metodologia utilizada por Paiva et al. (2008). Utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes, que foram pesadas e, em seguida, dispostas em copos plásticos contendo 25 ml de água destilada. Sendo, posteriormente armazenadas em câmara incubadora BOD à temperatura constante de 25°C por 48h. A leitura da condutividade elétrica foi realizada por condutivímetro mCA150 em $\mu\text{S}/\text{cm}$, (Figura 4, APÊNDICE A) sendo o resultado final expresso em $\mu\text{S}/\text{cm.g}$.

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram analisados através do procedimento MIXED do programa SAS[®] (*Statistical Analysis System*), SAS Institute (2001), a fim de se determinar a estrutura de matriz de variância e covariância. O nível de significância adotado para a análise de variância foi de 5%. As interações significativas foram desdobradas de acordo com os fatores envolvidos. As médias dos efeitos principais e das interações foram comparadas pelo teste de Tukey.-Kramer. Os dados de teor de água não foram submetidos à análise estatística, pois, as análises foram realizadas apenas com duas repetições, conforme Brasil (2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi realizada a caracterização do lote de sementes de *Calopogonium mucunoides* cv. Comum utilizado para realização do experimento, sendo que este apresentou os seguintes valores dos parâmetros avaliados: 10% de teor de água inicial; 97,8% de pureza; peso de 1.000 sementes de 14,9 g; condutividade elétrica de 216,29 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$; 70% de germinação e IVG de 31 sementes germinadas/dia.

4.1. TEOR DE ÁGUA

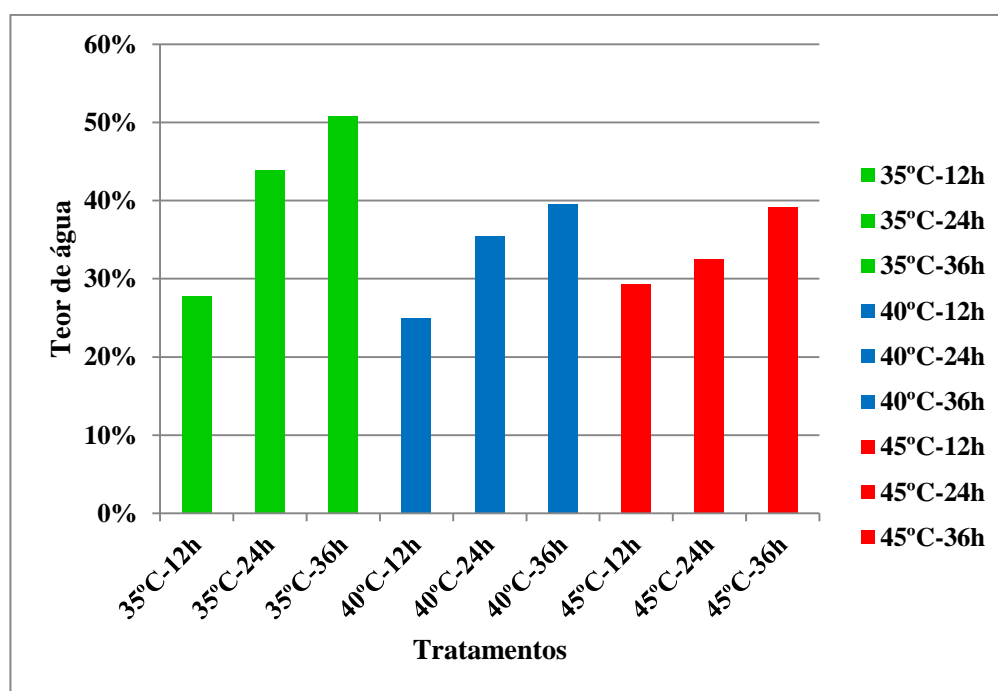
Na Figura 6 estão descritos os valores médios finais do teor de água das sementes de Calopogônio após o teste de envelhecimento acelerado. Verifica-se que a presença de água no interior das caixas plásticas utilizadas para o teste, promoveu condições adequadas à absorção de água pelas sementes, visto que todas apresentavam teor de água inicial de 10% e ao fim do teste o valor mínimo verificado foi de 25%.

A quantificação do teor de água após o teste de envelhecimento acelerado permitiu perceber que as sementes de Calopogônio que foram submetidas ao teste sofreram aumento gradativo do teor de água de acordo com o aumento do tempo de condicionamento, atingindo por fim elevado teor de umidade.

Embora tenha ocorrido aumento gradativo do teor de água, ao usar a temperatura de 35°C verificou-se teor de água de 51% nas sementes que foram submetidas ao período de 36h. Estes resultados são compatíveis aos obtidos por Paiva et al. (2008), ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java. Ao utilizar a temperatura de 45°C para a condução do teste, as sementes atingiram teor de água final de 39%, quando submetidas ao período de 36h. Ao avaliar os teores de água

atingidos ao final do teste de envelhecimento acelerado, verifica-se que de acordo com o aumento do tempo de exposição ao teste, ocorre aumento do teor de água, independentemente da temperatura utilizada. No entanto, de acordo com o aumento da temperatura utilizada no teste de envelhecimento acelerado ocorre redução da absorção de água pelas sementes. Resultados semelhantes foram observados com sementes de feijão (BERTOLI; SÁ; MOREIRA, 2001). Venâncio et al. (2012) relatam que em milho o teor de água das sementes é diretamente proporcional ao tempo de exposição do teste de envelhecimento, encontrando-se maior teor de água ao envelhecer as sementes a 45°C por 96h.

Figura 5: Valores médios dos teores de água das sementes de *Calopogonium mucunoides* cv. Comum submetidas a diferentes combinações de temperatura e períodos de tempo para o teste de envelhecimento acelerado.



Fonte: elaborado pelo autor

4.2. GERMINAÇÃO

Na Tabela 1, estão descritos os valores médios das porcentagens obtidas no teste de primeira contagem de germinação, germinação, plântulas anormais, sementes dormentes, duras e mortas além de valores de IVG. Nestes casos houve interação significativa entre a temperatura utilizada e o tempo de condicionamento do teste de envelhecimento acelerado ($P > 0,01$). Para as variáveis plântulas anormais e sementes duras a interação ocorreu a 5%.

A porcentagem de plântulas normais avaliadas no décimo dia do teste de germinação apresentou valores menores aos observados na primeira contagem de germinação realizada no terceiro dia. As diferenças foram maiores quando as sementes foram submetidas a temperatura de 35°C por 36h ou na temperatura 45°C por 12h. Observou-se também em ambos os casos porcentagens superiores de plântulas anormais. Estes resultados são importantes por demonstrarem a interferência da exposição das sementes a um longo período de tempo a alta umidade (35°C por 36h) ou a um curto período de tempo a alta temperatura (45°C por 12h), demonstrando que em ambos os casos o teste trouxe prejuízos às sementes.

Verificou-se que embora tenha havido redução da porcentagem de plântulas normais entre primeira contagem de germinação e germinação, nenhum dos tratamentos testados impediu completamente que o processo de germinação ocorresse. Sendo as maiores porcentagens de sementes mortas visualizadas nos tratamentos 35°C por 36h e 45°C por 24h. Binotti et al. (2008) ao trabalhar com sementes de feijão verificou que com o aumento do tempo de exposição do teste de envelhecimento acelerado houve redução da porcentagem de plântulas normais, evidenciando a taxa mais elevada de deterioração das sementes nesta condição. Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre as porcentagens de plântulas normais encontradas ao envelhecer as sementes utilizando as temperaturas de 35°C e 40°C no período de 12h, percebe-se que na segunda temperatura foram encontradas porcentagens maiores de plântulas anormais e sementes duras e menor índice de velocidade de germinação.

4.3. IVG

Com a aplicação de diferentes temperaturas e tempos de condicionamento das sementes ao teste de envelhecimento, verifica-se que a qualidade fisiológica da semente é afetada, pois, a variável IVG mostra que independentemente da temperatura, os valores mais altos foram obtidos quando as sementes foram envelhecidas por 12h, sendo o maior valor encontrado na temperatura de 35°C (demonstrando maior vigor das sementes, bem como o teste de germinação e condutividade elétrica) e os menores valores encontrados nas temperaturas de 40°C e 45°C, demonstrando menor vigor, corroborando com os resultados obtidos nos demais testes.

Tabela 1: Valores médios das porcentagens de 1ªCG, G, PA, S Dm., SD, SM e IVG de sementes de *C. mucunoides* cv. Comum após envelhecimento acelerado em diferentes temperaturas e tempos.

Avaliação	Temperatura	-----Tempo (horas)-----			Média	EPM
		12h	24h	36h		
1ª CG (Contagem germinação)	35°C	88,0 Aa	78,5 Aa	88,0 Aa	84,8 A	3,6
	40°C	76,5 Bab	66,5 Bb	78,5 Aa	73,8 B	3,6
	45°C	81,0 ABa	38,5 Cb	27,5 Bc	49,0 C	3,6
	Média	81,8 a	61,2 b	64,7 b		
	EPM	3,6	3,6	3,6		
G (Germinação)	35°C	72,0 A a	73,5 Aa	21,0 Cb	55,5 B	5,56
	40°C	63,0 ABa	63,0 Aa	70,0 Aa	65,3 A	5,56
	45°C	49,5 Ba	33,0 Bb	51,5 Ba	44,7 C	5,56
	Média	61,5 a	56,5 ab	47,5 b		
	EPM	5,56	5,56	5,56		
PA (Plântulas anormais)	35°C	20,0 Aa	14,0 Aa	44,5 Bb	26,2 B	4,3
	40°C	22,5 Aa	23,0 Aa	20,0 Aa	21,8 B	4,3
	45°C	36,0 Ba	40,0 Ba	35,0 Ba	37,0 A	4,3
	Média	26,2 ab	25,7 b	33,2 a		
	EPM	4,3	4,3	4,3		
S Dm. (Sementes dormentes)	35°C	0 Aa	1,0 Aa	10,7 Cb	3,9 A	0,89
	40°C	1,5 Aa	2,0 Aa	0,5 Aa	1,3 B	0,89
	45°C	1,0 Aa	7,5 Bb	5,0 Bb	4,5 A	0,89
	Média	0,8 c	3,5 b	5,4 a		
	EPM	0,89	0,89	0,89		
SD (Sementes duras)	35°C	5,0 ABb	8,0 Bb	6,0 Ab	6,3 A	1,18
	40°C	7,5 Bb	4,0 Aa	6,0 Bab	5,8 A	1,18
	45°C	3,5 Aa	7,0 ABb	3,0 Aa	4,5 A	1,18
	Média	5,3 a	6,3 a	5,0 a		
	EPM	1,18	1,18	1,18		
SM (Sementes mortas)	35°C	3,0 Aa	3,5 Aa	12,5 Bb	6,3 B	1,54
	40°C	5,5 Aab	8,0 Bb	3,5 Aa	5,7 B	1,54
	45°C	10,0 Bb	12,5 Cb	5,5 Aa	9,3 A	1,54
	Média	6,2 a	8,0 a	7,2 a		
	EPM	1,54	1,54	1,54		
IVG	35°C	31,9 Aa	19,2 Ab	9,5 Cc	20,2 A	1,32
	40°C	26,7 Ba	15,9 Ab	23,4 Aa	22,0 A	1,32
	45°C	23,6 Ba	11,2 Bb	14,8 Bb	16,5 B	1,32
	Média	27,4 a	15,4 b	15,9 b		
	EPM	1,32	1,32	1,32		

Médias das variáveis 1ª CG, G, PA, SD, S Dm, SM e IVG seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey. As médias das variáveis G e Sdm não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%. Fonte: Elaborado pelo autor.

4. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios referentes ao teste de condutividade elétrica realizado após o teste de envelhecimento acelerado sob diferentes combinações entre temperatura e tempo de condicionamento. Para esta variável não houve diferença significativa entre os tempos de submissão utilizados ($P>0,01$) e nem interação entre tempo e temperatura ($P>0,01$). Existindo apenas diferença significativa ($P<0,01$) na condutividade elétrica entre as temperaturas avaliadas no teste de envelhecimento acelerado.

Os resultados do teste de condutividade elétrica permitem verificar que ao executar o teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 35°C houve menor quantidade de íons lixiviados para o líquido em que as sementes estavam imersas, demonstrando que estas estavam com qualidade fisiológica superior as sementes submetidas ao mesmo teste nas temperaturas de 40°C e 45°C. Embora estas temperaturas não tenham apresentado diferença significativa entre si, a temperatura de 45°C apresentou maior valor de condutividade elétrica, demonstrando tendência a possuir vigor inferior. Fato corroborado por Seyedin, Burris, Flynn (1984), o qual afirma que ao secar sementes de milho com o uso de altas temperaturas (50°C) ocorre maior lixiviação de açúcares e hidrólitos devido aos danos causados aos componentes das membranas celulares. E ainda, José et.al (2004) relatam que o primeiro dano causado por altas temperaturas é a desestruturação das membranas celulares das sementes. Herter e Burris (1989) também afirmam que às injúrias causadas as membranas pelo uso de altas temperaturas podem ser quantificadas pelo teste de condutividade elétrica, sendo que os danos podem ser irreparáveis.

Tabela 2: Valores médios de Condutividade Elétrica (C.E. - $\mu\text{S}/\text{cm.g}$) das sementes de *Calopogonium mucunoides* cv. Comum após submissão ao teste de envelhecimento acelerado em diferentes temperaturas.

Temperatura	Condutividade Elétrica	EPM
35°C	190,80 A	17,18
40°C	246,72 B	17,18
45°C	289,30 B	17,18

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. EPM (Erro padrão da média). Fonte: elaborado pelo autor.

5. CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado pode ser recomendado para determinar o vigor das sementes de *Calopogonium mucunoides* cv. Comum, fornecendo informações consistentes, da qualidade fisiológica das sementes, quando conduzido a temperatura de 35°C por 12h.

O aumento da temperatura de execução do teste de envelhecimento acelerado influencia negativamente no vigor das sementes de *Calopogonium mucunoides*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de; SALES, M. F. L. Estilosantes Campo Grande: Leguminosa Forrageira Recomendada para Solos Arenosos do Acre. **Circular Técnica 55**, Embrapa Acre, Rio Branco, AC, Junho, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/879062/1/Circulartec.55.pdf>> Acessado em: 15 ago. 2016.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E. de; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Ilha Solteira, v. 33, n. 1, p.104-112, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n1/12.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

BINOTTI, F. F. da S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p.247-254, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1736/1023>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

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, 2009. 399 p.

CARVALHO. M. M. Melhoramento da produtividade das pastagens através da adubação. **Informe Agropecuário** 11(132):23-32. 1985.

COSTA, N. de L. et al. Formação e manejo de pastagens de calopogônio em Rondônia. RT/34, **EMBRAPA-CPAF**, Rondônia, N° 34, p.1-2, 2001. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/984154/formacao-e-manejo-de-pastagens-de-calopogonio-em-rondonia>> Acesso em: 15 ago. 2016.

DEMINICIS, Bruno et al. Qualidade de sementes de Macrotiloma (*Macrotyoma axillare*) cv. Java. *Archivos de Zootecnia:Viçosa*, v. 55, n. 212, p.401-404, 09 nov. 2006.

FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Editora UFV. Viçosa, MG, 2010. 537p.

FRANKE, L.B.; BASSEGIO, J. Superação da dormência de sementes de *Desmodium incanum* DC. e *Lathyrus nervosus* Lam. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.420-424, 1998. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n2/artigo30.pdf>> Acesso em: 15 ago. 2016.

HERTER, U.; BURRIS, J. S. Effect of drying rate and temperature on drying injury of corn seed. **Canadian Journal Of Plant Science**. Iowa, p. 763-774. fev. 1989. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdfplus/10.4141/cjps89-092>>. Acesso em: 18 set. 2016.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. Fixação biológica do nitrogênio na soja. Brasília: **Embrapa-SPI**, 1994. p.9-89

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Tolerância de sementes de linhagens de milho à alta temperatura de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p.1107-1114, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n5/v28n5a19.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

JOSÉ, S. C. B. R. **Tolerância a alta temperatura de secagem em sementes de milho**. 2003. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4147/1/TESE_Tolerância a alta temperatura de secagem de sementes de milho.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4147/1/TESE_Tolerância%20a%20alta%20temperatura%20de%20secagem%20de%20sementes%20de%20milho.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

OHLSON, O. de C. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Paraná, v. 32, n. 4, p.118-124, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n4/13.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2010.

PAIVA, A. S. de et al. Qualidade física e fisiológica de sementes da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java1. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p.130-136, 2008. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a16v30n2.pdf>. Acesso em: 31 ago 2016.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p.525-531, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n3/a14v58n3.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 8.02. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2001. 1167p.

SEYEDIN, N. J.; BURRIS, J. S.; FLYNN, T. E. Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality. **Canadian Journal Of Plant Science**. Iowa, p. 497-504. Setembro 1984. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjps84-071>>. Acesso em: 18 set. 2016.

SOUZA FILHO, A. P. da S.; DUTRA, S. Germinação de sementes de Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). **Pasturas Tropicales**, Belém, v. 20, n. 3, p.26-30, 1998. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109013/1/Calopogonio.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

TELES, M. M. et al. Métodos para Quebra da Dormência em Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Teresina, v. 2, n. 29, p.387-391, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n2/5773.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

TERRA, S. R. et al. Viabilidade de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Guatá submetidas a escarificação química. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 69, n. 02, p.33-112, 2012. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1363805241.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

TORRES, S. B.; MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria*). **Revista Brasileira de Sementes**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p.108-112, 2001. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2001/v23n2/artigo15.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Ituverava, vol.29, n.2, p.90-96, 2009.

VENÂNCIO, L. P. et al. Teste do envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 14, p.0-899, 2012. Disponível em: <[http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/teste do.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/teste%20do.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

APÊNDICES

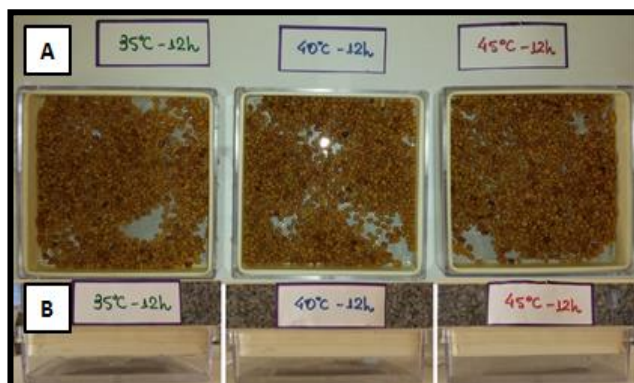
APÊNDICE A

Figura 1 - Escarificação das sementes com ácido sulfúrico (1M)



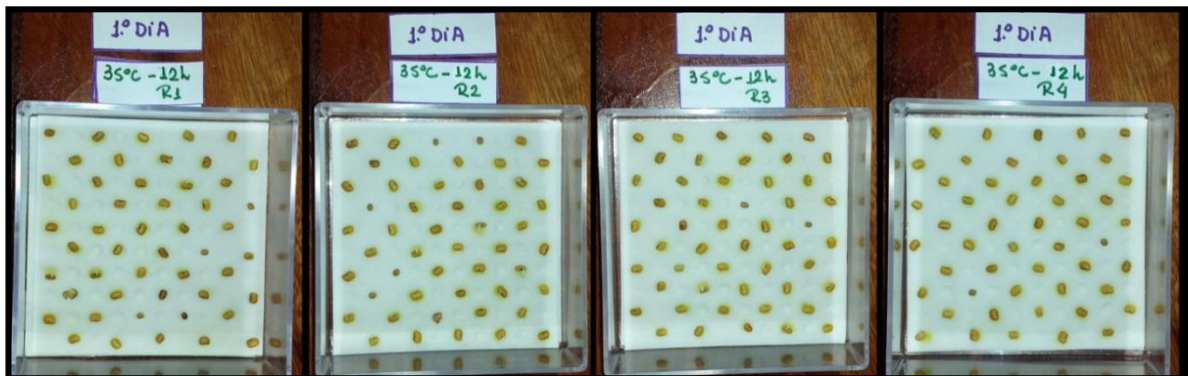
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Sistematização do teste de envelhecimento acelerado. (A) Vista superior da caixa plástica com tela de alumínio contendo 18 g de sementes; (B) Vista lateral da caixa plástica contendo 40 ml de água destilada em sua parte inferior.



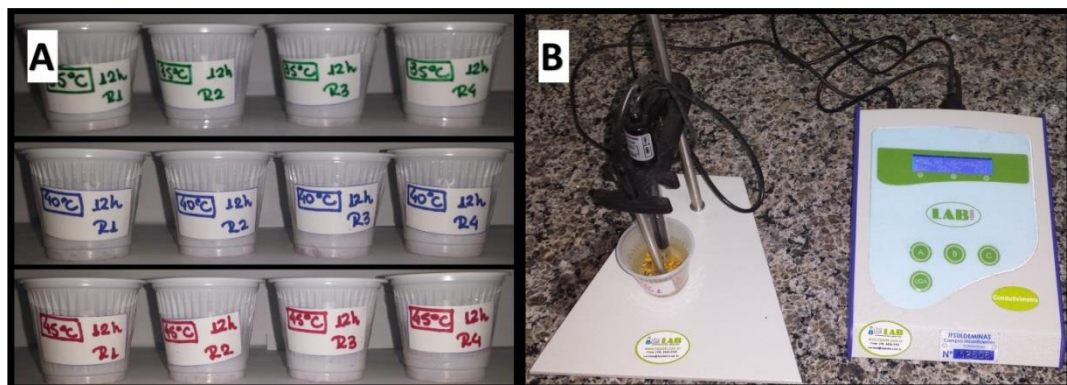
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - Disposição das sementes sobre papel mata-borrão, dentro de caixas plásticas do tipo gerbox.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 – Teste de condutividade elétrica (A) Sementes de Calopogônio dispostas em copos plásticos contendo 25 ml de água destilada; (B) Leitura da condutividade elétrica realizada com condutivímetro.



Fonte: Elaborado pelo autor.