MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BEATRIZ POLIANA CAMARGO POSSO

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill TRATADAS COM $CaCl_2$

COLORADO DO OESTE
2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO SUPERIOR LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BEATRIZ POLIANA CAMARGO POSSO

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Roberta C. F. G. de Holanda

COLORADO DO OESTE
2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Posso, Beatriz Poliana Camargo.
Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de Eucalyptus grandis W. Hill tratadas com CaCl2 / Beatriz Poliana Camargo Posso, Colorado do Oeste-RO, 2023.
27 f.

Orientador(a): Prof°. Dra. Roberta Carolina Ferreira Galvão de Holanda.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2023.

1. Nutrição mineral. 2. Priming. 3. Solo. 4. Viabilidade. I. Holanda, Roberta Carolina Ferreira Galvão de (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Autor: Beatriz Poliana Camargo Posso

Orientador: Prof. Dra. Roberta C. F. G. de Holanda

Situação: (X) Aprovado ( ) Reprovado

Aprovado em: 02 / 08 / 2023

_____
Orientador(a)

_____
Membro 1

_____
Membro 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por minha vida, família e amigos.

À Instituição IFRO, seu corpo docente, direção e administração que me oportunizaram a aprendizagem acadêmica.

Com muita admiração e enorme respeito agradeço a Profº. Dra. Roberta Holanda pela orientação do presente trabalho.

À Profª. Ms. Miriam Orloski e ao Prof. Dr. Fabio Araújo pela revisão e contribuições significativas neste trabalho.

Agradeço a minha mãe e minha irmã que me deram apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e sempre estiveram ao meu lado.

Agradeço à todos, minha família, e amigos que com seu incentivo me fizeram chegar à conclusão do meu curso e começo de uma nova carreira.

“Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento”.

Clarice Lispector.

RESUMO

As espécies de eucalipto são amplamente cultivadas no Brasil para fins comerciais. Dentre elas, *Eucalyptus grandis* W. Hill se destaca na cadeia produtiva por apresentar rápido crescimento e boa qualidade da madeira que serve para movelaria em geral, carvão e celulose. Com isso, se torna relevante pesquisas para aprimorar seu cultivo com finalidade de maior taxa de produção em menor tempo e área ocupada. Sabendo que o cálcio é um nutriente necessário para diversos processos fisiológicos e bioquímicos na célula vegetal, a investigação de sua influência na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de *E. grandis* se faz necessária. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o processo germinativo de sementes de *E. grandis* tratadas com $CaCl_2$. Experimentos com o fornecimento de $CaCl_2$ nas concentrações 0, 50, 75 e 100mM foram realizados em delineamento inteiramente casualizado no laboratório de Fisiologia Vegetal do Instituto Federal de Rondônia (IFRO) *Campus* Colorado do Oeste no período de agosto de 2022 a julho de 2023. Foram avaliadas taxa de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), massa fresca (MF), massa seca (MS), comprimento da radicular (PR) e da parte aérea (PA). Dentre as concentrações testadas, observou-se resultados positivos com o fornecimento de 75mM de $CaCl_2$ via *priming*, devido ao aumento significativo do comprimento radicular das plântulas e maior índice de massa seca. Porém, plântulas com 43 dias de *priming* apresentaram prejuízos em relação a massa fresca. Recomenda-se a realização de mais estudos referentes à aplicação de Ca em plântulas de eucalipto.

Palavras-chave: Nutrição mineral; *Priming*; Solo; Viabilidade.

ABSTRACT

Eucalyptus species are widely cultivated in Brazil for commercial purposes. Among them, *Eucalyptus grandis* W. Hill stands out in the production chain due to its rapid growth and good quality wood used for furniture in general, charcoal and cellulose. With this, research becomes relevant to improve its cultivation with the purpose of a higher production rate in a smaller time and occupied area. Knowing that calcium is a necessary nutrient for several physiological and biochemical processes in the plant cell, the investigation of its influence on seed germination and seedling establishment of *E. grandis* is necessary. Thus, this work aimed to evaluate the germination process of *E. grandis* seeds treated with $CaCl_2$. Experiments with the supply of $CaCl_2$ at 0, 50, 75 and 100mM concentrations were carried out in a completely randomized design at the Plant Physiology Laboratory of the Federal Institute of Rondônia (IFRO) *Campus* Colorado do Oeste from August 2022 to July 2023. germination rate (G), germination speed index (IVG), fresh mass (MF), dry mass (MS), root length (PR) and shoot length (PA) were evaluated. Among the tested concentrations, positive results were observed with the supply of 75mM $CaCl_2$ via *priming*, due to the significant increase in seedling root length and higher dry mass index. However, seedlings with 43 days of *priming* showed losses in relation to fresh mass. It is recommended to carry out more studies regarding the application of Ca in eucalyptus seedlings.

Keywords: Mineral nutrition; *Priming*; Ground; Viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sementes de *Eucalyptus grandis* sobre papel de germinação em estufa DBO.....16

Figura 2 - Plântulas transplantadas para vasos contendo solo de floresta e em câmara de crescimento de plantas.....19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Efeito do fornecimento de diferentes concentrações de $CaCl_2$, via água de irrigação, sobre a taxa de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) no 5º e 14º dia de experimento realizado no IFRO, *Campus* Colorado do Oeste/RO - 2022.....20

Tabela 2 - Efeito do fornecimento de diferentes concentrações de $CaCl_2$, via *priming,* sobre a taxa de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa fresca (MF), no 5º e 14º dia de experimento realizado no IFRO, *Campus* Colorado do Oeste/RO- 2023.....21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA: Análise de Variância

Ca: Cálcio

Ca^{2+}: Íon Cálcio

$CaCl_2$: Cloreto de Cálcio

CaOx: Ácido Oxalacético

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

G: Taxa de Germinação

H_3BO_3 : Ácido Bórico

IVG: Indice de Velocidade de Germinação

MF: Massa Fresca

MS: Massa Seca

N: Nitrogênio

NaClO: Hipoclorito de Sódio

$N\text{-}NH_{4+}$: Nitrato de Amônio

SISVAR: Sistema de Análise Estatística Computacional

TCR: Taxa de Crescimento Relativo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13

2.1 Caracterização do *Eucalyptus grandis* W. Hill 13

2.2 Funções do Ca em plantas 14

2.3 Alterações induzidas pelo tratamento com $CaCl_2$ 14

3 MATERIAL E MÉTODOS 15

3.1 EXPERIMENTO 1: Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas supridas com $CaCl_2$ por 14 dias 17

3.2 EXPERIMENTO 2: *Priming* de sementes e desenvolvimento inicial das plântulas 17

3.3 EXPERIMENTO 3: Desenvolvimento de plântulas tratadas com $CaCl_2$ a 75 mM em solo 18

3.4 Análises estatísticas 19

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 20

5 CONCLUSÕES 21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 23

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o cultivo do eucalipto tem aumentado no Brasil e se tornado umas das melhores opções para plantio com a intenção de uso comercial, devido ao bom desempenho de adaptação às diversas regiões do Brasil (EMBRAPA, 2021). Além disso, o eucalipto se destaca pelo rápido crescimento até a sua etapa final para corte e utilização da madeira que leva em média cinco a oito anos comparada às florestas nativas que levam 25 anos para extração da madeira (TONELLO; FILHO, 2007). O eucalipto tem papel importante para diversos meios de utilização, como celulose, caixotaria, móveis em geral e carvão vegetal (PAIVA, 2011). As áreas plantadas com eucalipto para fins comerciais no Brasil totalizaram 9,93 milhões de hectares em 2022, sendo um acréscimo de 1,9% em relação ao ano anterior, entre as espécies cultivadas, o eucalipto preenche 75,8% da área, correspondendo a 7,53 milhões de hectares (IBÁ, 2022). O gênero *Eucalyptus* é considerado um grande precursor nas últimas décadas na silvicultura brasileira, sendo responsável por 4% do Produto Interno Bruto (PIB).

Diante da importância econômica e florestal que o eucalipto apresenta, se torna de suma importância o estudo fisiológico da espécie e condições adequadas de clima e solo para o plantio. Com destaque para o processo de germinação, momento em que iniciam as atividades metabólicas que resultam na fase de crescimento e desenvolvimento da planta. Visando um maior número na produção e menor impacto ambiental.

Em relação à germinação, a técnica de *priming* se destaca por consistir em um método eficaz que visa uniformidade e vigor das sementes. Sendo um método tecnológico positivo para cultivos agrícolas e florestais com potencial para solucionar a deficiência de nutrientes nas plantações (CULTIVAR, 2020).

O *priming* é uma técnica que permite a hidratação das sementes e que possibilita acelerar processos metabólicos na fase da germinação, tendo como finalidade uma emergência rápida e homogênea, tornando ao final do procedimento das sementes ou plântulas, resistentes aos estresses abióticos e melhor absorção de nutrientes do solo (CULTIVAR, 2020). Ele pode ativar processos bioquímicos necessários para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas (FERREIRA; MARIM, 2022).

A água é um elemento indispensável para a fase de germinação da semente, pois atua diretamente em diversas reações fisiológicas (TAIZ et al., 2017). Outro fator essencial para a germinação e desenvolvimento de plântulas são os nutrientes, pois sua ausência ou excesso pode afetar diversos processos metabólicos (FILHO, 2005). Para os eucaliptos um nutriente de elevada importância é o Cálcio (Ca), por ser exigido em altas demandas e pelo fator de crescimento rápido que o eucalipto apresenta (SANTOS, 2016). O Ca é indispensável para as regiões meristemáticas, para o desenvolvimento da raiz e como sinalizador ao estresse hídrico (EPSTEIN e BLOOM, 2004).

Diante da importância do Ca para os eucaliptos e seu efeito com o uso da técnica de *priming, o* presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Eucalyptus grandis* W. Hill sob a influência de *priming* com cloreto de cálcio ($CaCl_2$).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Caracterização do *Eucalyptus grandis* W. Hill

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e compreende árvores provenientes do continente Australiano (TUME, 2015). Atualmente são catalogadas entre 700 e 900 espécies, incluindo os híbridos, reconhecidos botanicamente no mundo todo. Adaptam-se em diferentes regiões considerando as condições edafoclimáticas, relacionadas ao solo, clima e disponibilidade hídrica (EMBRAPA, 2019).

Entre as diversas espécies de eucalipto, o *Eucalyptus grandis* apresenta a maior área plantada no Brasil, por possuir elevada qualidade da madeira para serraria e celulose (PAIVA, 2011). Sendo bastante empregada em programas de melhoramento na obtenção de híbridos, pois possui elevada plasticidade genética (MORA; GARCIA, 2000).

O *Eucalyptus grandis* é uma árvore que pode chegar de 40 a 50 metros de altura, com diâmetros variáveis entre 120 a 180 cm, sua madeira pode ser de casca lisa cinzenta ou esverdeada, com folhas ovado-lanceoladas, flores umbelas e frutos sésseis (TUME, 2015). Suas mudas são capazes de se desenvolverem em temperaturas entre 10 e 36°C, com umidade relativa a valores mínimos de 35% e

máximo de 84% (BANDEIRA, 2017). O *E. grandis* apresenta resistência à deficiência hídrica, com ritmo de crescimento e rendimento superiores comparados à algumas espécies nativas (PAIVA, 2011).

2.2 Funções do Ca em plantas

O Ca é um mecanismo de sensor ao estresse que pode agir individualmente ou em combinação. Por meio de vários mecanismos, ele regula fatores de transcrição. Também é conhecido por ativar diversas proteínas quinases e fosfatases que regulam a expressão gênica, seja por fatores fosforilantes ou desfosforilantes (TAIZ et al., 2017). Sendo assim, seus efeitos podem induzir respostas em níveis microscópico, macroscópico e bioquímico.

O Ca é encontrado no solo nas formas trocáveis e solúveis, sendo absorvido pelas raízes das plantas como íons cálcio (Ca^{2+}). No solo, o Ca ocorre em concentrações muito baixas, sendo característica particular nos solos das regiões tropicais, que são mais ácidos (FERNANDES, 2006).

Durante o processo germinativo, o transporte de Ca^{2+} do retículo endoplasmático rugoso é estimulado pelo ácido giberélico e inibido pelo ácido abscísico, assim que é liberado, ativando a enzima α-amilase (FAGAN et al., 2016). Esses autores ainda destacam que as eudicotiledôneas são mais exigentes em Ca e que ele apresenta diversas funções no interior das células, desde a sinalização, ativação e constituição de estruturas celulares.

2.3 Alterações induzidas pelo tratamento com $CaCl_2$

Estudos realizados sobre nutrientes em espécies de *Eucalyptus,* têm sido relevantes nos últimos tempos, pelo fato das espécies apresentarem boas características para cultivo e rendimento econômico (ASSIS, 2005). Porém, existem lacunas sobre os efeitos do Ca nos processos fisiológicos e metabólicos sobre o gênero, a exemplo do *priming* com $CaCl_2$ em eucalipto. Os trabalhos existentes retratam estudos *in vitro* e brotamento caulinar realizados para averiguar a ação do Ca em combinações com outros nutrientes, sob estresse ou diferentes substratos.

Segundo uma pesquisa realizada por Trevizam et al. (2011), foi avaliado o efeito de ácido bórico (H_3BO_3) e $CaCl_2$ (combinados) no desenvolvimento morfológico

de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake, de modo em que os calos foram cultivados *in vitro* sob cinco concentrações de H_3BO_3 e Ca. Em seus resultados, foi observado que os maiores tamanhos de calos foram obtidos nas combinações de 50 µM de boro com 7,50 mM de Ca, avaliados no período de 21 e 31 dias. Os autores relatam um fator positivo entre as combinações, favorecendo assim o crescimento do órgão vegetal (TREVIZAM et al. 2011).

Simonete et al. (2013) conduziram experimentos com mudas de *Eucalyptus saligna* Sm. em dose de lama de cal, medida equivalente a (24,1g/vaso). Após 126 dias de plantio, observaram aumento significativo na produção de matéria seca da parte aérea de plantas cultivadas com lama de cal que apresentou eficiência semelhante ao calcário dolomítico no fornecimento de Ca para plantas de eucalipto (SIMONETE et al. 2013).

Lima et al. (2016) avaliaram a influência de quatro concentrações de Ca (0; 2,5; 5,0 e 10,0 mmol) na taxa de crescimento relativo (TCR) de *Eucalyptus grandis*, cultivados *in vitro,* submetidos a diferentes temperaturas. Os autores observaram que o fornecimento de Ca não influenciou a TCR das plantas sob diferentes temperaturas. Santos (2016) estudou as interações entre cinco doses de ácido oxalacético (CaOx) (0; 0,10; 0,20; 0,40 e 0,80 $cmol_c\ dm^{-3}$) e de nitrato de amônio ($N\text{-}NH_4^+$) (0; 25; 50; 100; 200 mg dm^{-3}) (combinados) na nutrição de mudas de eucaliptos cultivados em solo sem teor de Ca trocável. Ele concluiu que o maior acúmulo de Ca nas plantas cultivadas é dependente da absorção de nitrogênio. Observou também que o índice de matéria seca e os conteúdos de Ca e nitrogênio (N) elevados, foram altamente dependentes do $N\text{-}NH_4^+$ aplicado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Fisiologia Vegetal do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, no período de 25/08/2022 a 05/07/2023. Eles foram realizados em placas de *Petri,* onde sementes de *E. grandis* (safra de 2009, lote: LP0026N01, cultivar: LCFA 001, pureza: 0,00%) permaneceram em substrato umedecido com água destilada (CONTROLES) ou soluções de $CaCl_2$ a 0, 50, 75 e 100 mM (TRATAMENTOS) em volume equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel (Figura

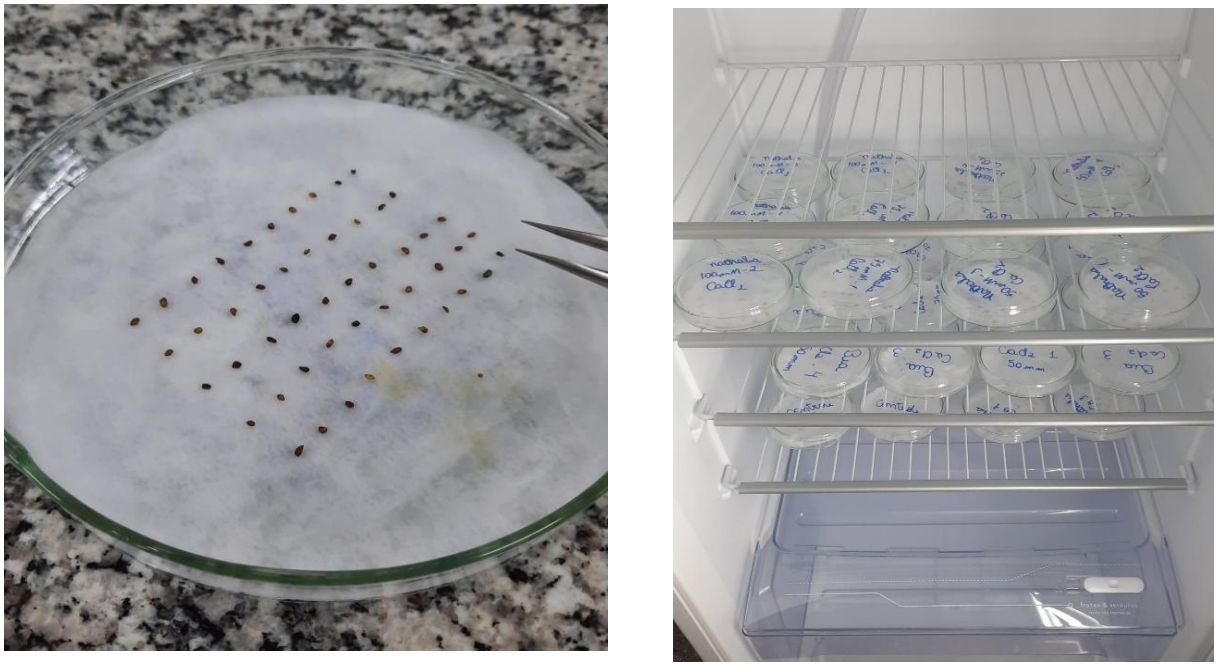
1 A), conforme recomenda Brasil (2009). Logo após inseridas em estufa para armazenamento (Figura 1 B).

Inicialmente foram realizados dois experimentos, que consistiram em testes de germinação, que objetivaram identificar o método e a concentração ideais para fornecimento de $CaCl_2$.

Com a determinação do método e da concentração ideal para fornecimento de $CaCl_2$ foi realizado um terceiro experimento, a fim de observar os efeitos do *priming* sobre o desenvolvimento de plântulas de eucalipto durante um maior período (43 dias) em solo de floresta. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado.

Figura 1 - Sementes de *Eucalyptus grandis* sobre papel de germinação em estufa DBO.

(A) (B)



Legenda: A) Sementes de *E. grandis* colocadas sobre placas de *Petri* em papel de germinação, umedecido com as soluções de $CaCl_2$ - 25/11/2022; B) Armazenamento das placas em estufa DBO sob temperatura de 25°C – 25/11/2022.

3.1 EXPERIMENTO 1: Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas supridas com $CaCl_2$ por 14 dias

Para o primeiro experimento foram selecionadas 800 sementes de *E. grandis* com o auxílio de lupas para maior padronização de sementes, seguindo o padrão de formato, cor e tamanho semelhantes. As sementes foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) volume 2,5%, durante 3 minutos, em seguida enxaguadas em água corrente e destilada.

Para o grupo controle e cada tratamento, o teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes distribuídas em placas de *Petri*, utilizando como substrato de germinação o papel tipo "Germitest®" umedecido em volume igual a 2,5 vezes a sua massa seca, conforme Brasil (2009). As concentrações de $CaCl_2$ foram: controle (0 mM), tratamento 1 (50 mM), tratamento 2 (75 Mm) e tratamento 3 (100 mM).

As unidades experimentais foram adicionadas em estufa DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), mantidas em temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 16 horas de luz. Diariamente as placas foram monitoradas e, quando necessário, realizou-se a irrigação do substrato de germinação com água destilada ou solução de $CaCl_2$, conforme observou-se que o substrato estava com determinado grau de desidratação.

Avaliações da taxa de germinação e índice de velocidade de germinação foram realizadas conforme Brasil (2009), no 5º e 14º dia quando foi realizada a primeira e segunda contagens de sementes germinadas, respectivamente. No 14º dia também foi realizada a avaliação do comprimento da parte aérea, com auxílio de régua milimetrada, e a pesagem da massa fresca, em balança analítica com precisão de quatro casas decimais. Após 72 horas de secagem em estufa com circulação de ar forçada foi realizada a determinação da massa seca em balança analítica.

3.2 EXPERIMENTO 2: *Priming* de sementes e desenvolvimento inicial das plântulas

Nesse experimento, foram utilizadas 800 sementes de *E. grandis.* Seguiu-se o mesmo processo de seleção e desinfestação feito no primeiro experimento. O teste

de germinação também foi realizado seguindo os mesmos procedimentos, exceto pelo tempo de exposição ao $CaCl_2$ que ocorreu por 24 horas.

Após 24 horas de *priming* com $CaCl_2$ as concentrações controle (0 mM), tratamento 1 (50 mM), tratamento 2 (75 Mm) e tratamento 3 (100 mM), as sementes foram transferidas para rolos de papel de germinação e adicionadas em estufa DBO, mantidas em temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 16 horas de luz. Os rolos de *priming* foram monitorados diariamente e, quando necessário, realizou-se a irrigação do substrato de germinação com água destilada durante 14 dias, conforme a necessidade do substrato.

Avaliações da taxa de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento das plântulas e determinação das massas fresca e seca foram realizadas conforme o descrito para o primeiro experimento.

3.3 EXPERIMENTO 3: Desenvolvimento de plântulas tratadas com $CaCl_2$ a 75 mM em solo

Foram selecionadas 200 sementes de *E. grandis* seguindo a mesma regra de padronização para o primeiro experimento. Foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO), volume 2,5%, durante 3 minutos, em seguida enxaguadas em água corrente e destilada.

O terceiro experimento foi realizado com duas concentrações de $CaCl_2$ 0 mM (CONTROLE) e 75mM (TRATAMENTO). Para tanto, 50 sementes foram depositadas em placas de *Petri*, cujo papel de germinação foi umedecido com água destilada (CONTROLE) ou $CaCl_2$ a 75 mM (TRATAMENTO), em volume igual a 2,5 vezes a sua massa seca (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro placas, sendo duas para cada concentração. Após a exposição ao $CaCl_2$, as sementes foram transferidas para rolos de papel de germinação umedecido com água destilada, em volume igual a 2,5 vezes a sua massa seca (BRASIL, 2009), que foram acondicionados em DBO, conforme descrito anteriormente.

No 14º dia de experimento foi realizada a transferência de 20 plântulas para vasos contendo solo de floresta. O solo foi obtido de uma área de floresta localizada no *Campus* Colorado do Oeste, na camada de 0-20 cm de profundidade, sendo classificado como Argissolo Vermelho eutrófico cambissólico, com pH ligeiramente básico 7,67, conforme determinação realizada em laboratório. Após a coleta, o solo

foi peneirado em peneira de 5 mm de abertura e seco em estufa a 39º C, sendo adicionado 400 g de solo aos vasos plásticos com capacidade para 500 g. O solo foi mantido à capacidade de campo de 75%, conforme proposto por Passos (2004), durante todo o experimento.

Ao todo foram utilizados 20 vasos, sendo 10 para o grupo CONTROLE e 10 para TRATAMENTO. Após o transplantio, os vasos foram acondicionados em câmara de crescimento de plantas, modelo Fitotec LT300 UTFP 1200, a 26°C, durante 12 horas de luz e 12 horas de ausência de luz.

Figura 2 - Plântulas transplantadas para vasos contendo solo de floresta e em câmara de crescimento de plantas.

(A) (B)

Legenda: A) Plântulas de eucalipto após o transplantio - 09/05/2023; B) Vasos acondicionados em câmara de crescimento de plantas sob temperatura de 26ºC - 09/05/2022.

3.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas em planilhas do Excel e no software SISVAR Versão 5.8 (Build 92) DES/UFLA. Para tanto, primeiramente foi realizado o

teste de Shapiro-Wilk (*p>0,05*), para verificar a normalidade dos dados. Para os dados que não apresentaram normalidade, efetuou-se a transformação logarítmica no Excel. As variáveis que exibiram normalidade, com ou sem transformação, foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ou ao teste t de Student, para comparação entre médias utilizando intervalo de confiança de 95%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro experimento, observou-se que o $CaCl_2$ interferiu na taxa de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG), para os dois períodos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1- Efeito do fornecimento de diferentes concentrações de $CaCl_2$, via água de irrigação, sobre a taxa de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) no 5º e 14º dia de experimento realizado no IFRO, *Campus* Colorado do Oeste/RO - 2022.

Trat mM	G* 5º dia	G 14º dia	IVG* 5º dia	IVG* 14º dia	Nº de plântulas
0	42,2 ± 2,7a	44,5 ± 2,0a	17,0 ± 2,7a	6,5 ± 2,0a	149
50	13,5 ± 2,0b	24,7 ± 5,7b	5,4 ± 2,0b	3,5 ± 3,1b	67
75	3,7 ± 2,2c	11,2 ± 3,5c	1,3 ± 2,2c	1,5 ± 3,5bc	33
100	0,7 ± 0,5c	2,7 ± 1,2c	0,2 ± 0,5c	0,5 ± 1,2c	10
CV%	26	24	15	23	-

Legenda: Média ± erro padrão. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (*p<0,05*).

*Variáveis transformadas

Constata-se que não foi observado efeito positivo do Ca sobre a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas. Todos os tratamentos com $CaCl_2$ induziram reduções nas variáveis analisadas, portanto houve toxicidade sobre as plântulas, principalmente, no tratamento com 100mM.

Para o segundo experimento, observou-se que o $CaCl_2$ interferiu de forma positiva na massa fresca das plântulas (Tabela 2). Devido ao papel do Ca como sinalizador ao estresse hídrico, ele pode ter favorecido maior turgor celular a 75 mM. Resultados semelhantes foram encontrados por Arruda (2000), porém aos vinte dias de cultivo de *E. urophylla*, pois eles observaram aumento significativo da massa fresca

de caules de plantas tratadas com 6,62 mmol.L^{-1}, comparado aos tratamentos com ausência de $CaCl_2$. O $CaCl_2$ não afetou a taxa de germinação da 1º e 2º contagem e o IVG.

Tabela 2 - Efeito do fornecimento de diferentes concentrações de $CaCl_2$, via *priming*, sobre a taxa de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa fresca (MF), no 5º e 14º dia de experimento realizado no IFRO, *Campus* Colorado do Oeste/RO – 2023.

Trat mM	G 5º dia	*G 14º dia	IVG 5º dia	*IVG 14º dia	MF (g)	Nº de plântulas
0	69,5 ± 1,9a	88,5 ± 8,5a	13,9 ± 3,9a	6,3 ± 0,6a	0,114 ± 0,0bc	169
50	76,5 ± 1,0a	84,0 ± 4,0a	15,9 ± 0,1a	6,0 ± 0,3a	0,118 ± 0,0b	165
75	88,0 ± 3,0a	91,0 ± 5,0a	17,6 ± 0,6a	6,5 ± 0,4a	0,147 ± 0,0a	176
100	68,0 ± 5,0a	75,0 ± 3,0a	13,0 ± 1,0a	5,3 ± 0,3a	0,090 ± 0,0c	141
CV %	19	9,0	19	9,0	6,0	-

Legenda: Média ± erro padrão. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (*p<0,05*).
*Variáveis transformadas

Em relação ao terceiro experimento, percebeu-se que decorridos 43 dias do tratamento com 75 mM de $CaCl_2$ não foram constadas alterações na MF das plântulas tratadas (p>0,05). É possível que tenha ocorrido o efeito de diluição do Ca nos tecidos das plântulas com *priming*, por causa do aumento da produção de matéria seca.

5 CONCLUSÕES

Para o primeiro experimento foram constatados efeitos negativos sobre a germinação e índice de velocidade de germinação das sementes tratadas, nas concentrações fornecidas e tempo de exposição ao Ca. Recomenda-se a utilização de menores concentrações de $CaCl_2$ em experimentos realizados com maior período de exposição ao tratamento.

Para o segundo experimento, observou-se efeito positivo do $CaCl_2$ quando fornecido a 75mM sobre a massa fresca das plântulas aos 14 dias de exposição. Recomenda-se novos estudos sobre o tema.

Para o terceiro experimento pode ter ocorrido o efeito de diluição do Ca nos tecidos das plântulas com *priming*, devido ao aumento da produção de matéria seca. Além disso percebeu-se que o solo foi compactado e pode ter exercido influência sobre o desenvolvimento radicular.

Diante dos estudos realizados sobre a ação do Ca no processo de germinação e estabelecimento de plântulas de *E. grandis* fica evidente o uso de concentrações inferiores a 100mM para ambas as formas de exposição. Altas concentrações por períodos de exposição prolongados podem ter efeito tóxico e inibitório sobre a germinação de sementes de *E. grandis;* porém, concentrações de 75mM de $CaCl_2$, apresentaram um bom desempenho em períodos não prolongados.

Com base nos experimentos com *priming*, recomenda-se a realização de experimentos com concentrações entre 60mM e 80mM de $CaCl_2$ e a utilização de terra vegetal ou substratos a fim de reduzir a influência da compactação do solo sobre as raízes no início do desenvolvimento da plântula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, S. C. C. **Avaliação do efeito do cálcio na indução da embriogênese somática em *Eucalyptus urophylla***. Piracicaba, 2000. 73 p. Disponível em:< https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20190821-123939/publico/ArrudaSandraCristinaCapaldi.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.

ASSIS, Teotônio Francisco. **Melhoramento genético do eucalipto**. Eng. Florestal, M.S. Guaíba, RS. 2005. Disponível em:< https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Melhoramento+Genetico+Eucalipto.pdf >. Acesso em: 04 ago. 2023.

BANDEIRA, Sara Bezerra. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de *Eucalyptus spp.*, submetidas ao estresse hídrico.** Dissertação, UFT - Universidade Federal do Tocantins. GURUPI, Tocantins. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/698>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília-DF. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009, p.398. Disponível em:<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CULTIVAR, Hortaliças e frutas. Revista Cultivar. **Técnicas para boa germinação de sementes de alface.** Pelotas, RS. 2020. Disponível em:< https://revistacultivar.com.br/noticias/tecnicas-para-boa-germinacao-das-sementes-de-alface>. Acesso em: 04 ago. 2023.

EMBRAPA. Embrapa Florestas: produção de mudas de eucalipto. **Portal Embrapa.** Jul, 2021. Disponível em:<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto>. Acesso em: 26 jun. 2023.

EMBRAPA. Embrapa florestas: o eucalipto. **Portal Embrapa**. Dez, 2019. Disponível em:https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto. Acesso em: 06 jul. 2023.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Tradução: E. T. Nunes. Londrina: Ed. Planta, 2004. 403 p.

FAGAN, E.B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D.; SOARES, L.H.; DOURADO NETO, D. Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral. **Editora Andrei**, 2016. p.305.

FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v.3, 432 p. Viçosa, MG, 2006.

FERREIRA, T. C; MARIN, A. M. P. Priming em sementes: uma revisão bibliográfica concisa e atualizada. **Scientific Journal** v.7 n.1 p. 27-36. PR, 2022. Disponível em:<file:///C:/Users/Desirre/Downloads/81337-337558-1-PB.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2023.

FILHO, Júlio Marcos. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti. Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. **Visão agrícola.** 2005. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-florestas-plantadas03.pdf. Acesso em: 22 jun. 2023.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório anual 2022**, São Paulo, 2022. Disponível em:<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.

LIMA, A. S. F.; CANTARELLI, M. M. C.; GONÇALVES, A. N. Relação entre cálcio e temperatura em explantes de *Eucalyptus grandis in vitro*. **Nucleus**, São Paulo, v.13, n.1, abr.2016. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Antonio-

Goncalves-5/publication/303094207_RELATION_SHIP_BETWEEN_CALCIUM_AND_TEMPERATURE_IN_EUCALYPTUS_EXPLANTS_IN_VITRO/links/5788f82908ae5c86c99aca79/RELATION-SHIP-BETWEEN-CALCIUM-AND-TEMPERATURE-IN-EUCALYPTUS-EXPLANTS-IN-VITRO.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo, 2000. 50 p. Disponível em:<file:///C:/Users/2019101015010-1/Downloads/Parte-1-Livro_A-cultura-do-eucalipto-no-Brasil-SBS.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2023.

PAIVA, Caio Cesar. **Crescimento inicial de eucalipto em alegre, espírito santo,** Espírito Santo, 2011. Disponível em:<https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC_Caio%20Cesar%20Paiva.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2023.

PASSOS, J. A. L. **Avaliação da transferência de metais pesados no sistema solo-planta e o seu desenvolvimento: estudo de caso do lodo da CETREL.** 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologia Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

SANTOS, Matheus Alves. **Oxalato de cálcio e nitrogênio na mobilização de reservatórios de cálcio no solo pelo eucalipto**, Viçosa, MG, 2016. Disponível em:<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/9281/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A, de.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de.; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed., **rev. e ampl.** Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 06 jun. 2023

SIMONETE, M. A.; CHAVES, D. M.; TEIXEIRA, C. F. A.; MORO, L.; NEVES, C. V. FORNECIMENTO DE CÁLCIO PARA PLANTAS DE Eucalyptus saligna POR MEIO DE APLICAÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL LAMA DE CAL. **R. Brass. Ci. Solo**, SC. 2013. Disponível em:< https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ZJgJCxXqJbRDNTnp9KxKQcp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 07 jul. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TREVIZAM, R et al. Morfologia de calos de *Eucalyptus urophylla* cultivados *in vitro* sob concentrações de Boro e Cálcio. **Floresta**, Curitiba, PR, v.41, n.3, p.563-574, jul/set. 2011. Disponível em:< https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/24050/16081> Acesso em: 06 jun. 2023.

TUME. Teste de Uso Múltiplo do Eucalipto. **Projeto TUME**: *Eucalyptus grandis.* Piracicaba, SP. 2016. Disponível em:< https://www.projetotume.com/grandis>. Acesso em: 04 ago. 2023.

TONELLO, K. C.; FILHO, J. T. Transpiração foliar de Eucalyptus spp. sob diferentes condições hídricas. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos,** São Paulo, 2007. Disponível em:<https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/7b487c609cd4eade19080ea36b2c4105_f9da48c157bd0048eee2ab9cbd9d2bf0.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.