



Influência do peróxido de hidrogênio no vigor de plântulas de mogno africano

Hydrogen peroxide influence on african mahogany seedling vigor

DOI: 10.55905/revconv.16n.7-231

Recebimento dos originais: 03/07/2023

Aceitação para publicação: 31/07/2023

Aline das Graças Souza

Graduanda em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGA)

Endereço: Mandaguaçu - PR, Brasil

E-mail: alinedasgracas@yahoo.com.br

Thaís Cavalieri Matera

Doutora em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGA)

Endereço: Mandaguaçu - PR, Brasil

E-mail: prof.thaisamatera@uninga.edu.br

Arney Eduardo Ecker

Doutor em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGA)

Endereço: Mandaguaçu - PR, Brasil

E-mail: prof.arneyecker@uninga.edu.br

Adriely Lazarim da Silva

Mestra em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGA)

Endereço: Mandaguaçu - PR, Brasil

E-mail: prof.adrielylazarim@uninga.edu.br

Oscar José Smiderle

Doutor em Fitotecnia

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Endereço: Boa Vista - RR, Brasil

E-mail: oscar.smiderle@embrapa.br

RESUMO

O uso de solução de peróxido de hidrogênio tem se mostrado uma importante ferramenta na fase pré-germinativa de espécies florestais, por resultar em plântulas com maior vigor, quando as sementes são submetidas a esse tratamento químico. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio na emergência e vigor de plântulas de mogno africano. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram utilizadas quatro concentrações de peróxido de hidrogênio: 0, 20, 30 e



40 mM. As variáveis avaliadas foram: velocidade de emergência (VE, índice), porcentagem de emergência (%E), tempo médio de emergência (TMG), massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), massa seca da raiz (MSR, g planta⁻¹) e massa seca total da planta (MST, g planta⁻¹). O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na dose de máxima eficiência técnica 24,2 mM aplicado em sementes de mogno africano é indicado para obter 90% de emergência de plântulas. O uso do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na dose de máxima eficiência técnica 20,8 mM é recomendado na obtenção de uniformidade no estande de plântulas normais e no aumento de plântulas com duas folhas expandidas promovendo maior rendimento e vigor nas plântulas de mogno africano. O uso do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na concentração de 40 mM não promove ganhos no percentual de plântulas de mogno africano.

Palavras-chave: espécies reativas de oxigênio, *Khaya ivorensis*, sementes ortodoxas.

ABSTRACT

The use of hydrogen peroxide solution has been shown to be an important tool in the pre-germination phase of forest species, as it results in seedlings with greater vigor when the seeds are subjected to this chemical treatment. Given the above, the objective was to evaluate the effect of different concentrations of hydrogen peroxide on the emergence and vigor of African mahogany seedlings. The experimental design used was completely randomized, with four replications. Four concentrations of hydrogen peroxide were used: 0, 20, 30 and 40 mM. The evaluated variables were: emergence speed (VE, index), percentage of emergence (%E), mean emergence time (TMG), shoot dry mass (MSPA, g plant⁻¹), root dry mass (MSR, g plant⁻¹) and total plant dry mass (MST, g plant⁻¹). Hydrogen peroxide (H₂O₂) at the maximum technical efficiency dose of 24.2 mM applied to African mahogany seeds is indicated to obtain 90% seedling emergence. The use of hydrogen peroxide (H₂O₂) at the maximum technical efficiency dose of 20.8 mM is recommended to obtain uniformity in the stand of normal seedlings and to increase seedlings with two expanded leaves, promoting greater yield and vigor in African mahogany seedlings. The use of hydrogen peroxide (H₂O₂) at a concentration of 40 mM does not promote vigor gains in African mahogany seedlings.

Keywords: oxygen-reactive species, *Khaya ivorensis*, orthodox seeds.

1 INTRODUÇÃO

A implantação de povoamentos florestais é considerada economicamente viável, como também propicia benefícios ambientais, reduzindo a pressão sobre os remanescentes de vegetações nativas (Montenegro et al., 2022). Além disso, a demanda por madeira de reflorestamento para serraria tem aumentado a procura por espécies alternativas, que detenham características tecnológicas desejáveis (Souza et al., 2020a).

Entre as espécies exóticas introduzidas no Brasil objetivando a formação de plantios comerciais, o mogno africano (*Khaya ivorensis*), caracteriza-se por apresentar madeiras de



excelente qualidade e alto valor comercial (Souza et al., 2020b), além do crescimento rápido, caule retilíneo e melhor desrama natural (Souza et al., 2020a).

As sementes de mogno africano são ortodoxas e possuem alta germinação em condições adequadas, porém sua germinação é reduzida, quando colocadas, para germinar em condições de estresse (Silva et al., 2020). Segundo Smiderle e Souza (2022) o processo germinativo de sementes florestais nativas está associado a diversos eventos metabólicos que se desencadeiam desde o início da embebição até a protrusão da radícula.

Atualmente diversos estudos revelam que sementes submetidas a algum tratamento pré-germinativo pode ativar mecanismos fisiológicos a ponto de melhorar a germinação em condições adversas. Para sementes florestais nativas, as técnicas mais utilizadas são embebição em água, fitohormônios, e o condicionamento fisiológico (Smiderle e Souza 2022; Smiderle e Souza 2021).

O uso de solução a base de peróxido de hidrogênio no setor de tecnologia de sementes, tem sido utilizada como estimulante no processo germinativo e vigor de plântulas. Pesquisas realizadas por Su et al. (2016) com sementes de *Hedysarum scoparium*, sem aplicação de H_2O_2 , obtiveram 21% de germinação e, quando as sementes foram inoculadas com 50 mM de H_2O_2 , exibiram 84% de germinação.

Segundo os autores, a germinação de sementes de *H. scoparium* está claramente associada ao acúmulo de ânions superóxido e peróxidos de hidrogênio nos eixos embrionários. As espécies reativas de oxigênio (EROs) são apontadas como moléculas que atuam como mensageiras celulares, podendo estar ligadas não só a sinalizações para a liberação da dormência de sementes, mas também favorecendo a germinação propriamente dita (Abrantes et al., 2021).

Diante das vantagens do uso peróxido de hidrogênio e dos resultados de pesquisa supracitados acima, definir a melhor concentração de H_2O_2 é uma etapa importante para maximizar os efeitos positivos dos tratamentos pré-germinativos em espécie florestal, a exemplo do mogno africano (*Khaya ivorensis*). Diante do exposto, objetivou-se determinar o efeito de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio sobre o vigor de plântulas de mogno africano.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e na casa de vegetação da Embrapa Roraima no período de outubro a dezembro de 2022. Foram utilizadas sementes de *Khaya ivorensis* coletadas manualmente de árvores em área de Floresta Ombrófila Densa Submontana com dossel emergente, localizada nas coordenadas geográficas 02°15'00" de latitude Norte e 60°39'54" de longitude Oeste, no município de Cantá (RR), em outubro de 2022.

Para a caracterização biométrica das sementes registrou-se as medidas de comprimento (mm) e largura (mm) com valores médios de 4,11 e 2,45, respectivamente, medindo-se na porção média, utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Além disso, foi obtida a massa fresca individual (valor médio de 0,40 g) das sementes de mogno africano, sendo determinada por meio de balança de precisão (0,001 g).

Para determinação do teor de água, sementes de mogno africano foram submetidas a secagem em estufa mantida a $105 \pm 3^\circ\text{C}/24\text{h}$, conforme descrito nas RAS (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, composta de 25 sementes. Os tratamentos constituíram-se de sementes de mogno africano (100 sementes por tratamento) embebidas nas concentrações 0, 20, 30 e 40 mM de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) por 30 minutos.

Para isso as sementes foram acondicionadas em copos plásticos, com 200 mL de capacidade, contendo 75 mL de solução de peróxido de hidrogênio e posteriormente os materiais foram alocados em câmara Biochemical Oxygen Demand (BOD), regulada a 23°C na ausência de luz.

Finalizado o período de exposição das sementes em solução por 30 minutos, estas foram drenadas e lavadas em água corrente e semeadas para as determinações das variáveis em estudo.

A fim de complementar e elucidar os resultados da presente pesquisa as sementes de mogno africano foram semeadas em areia de granulometria média, a 1,0 cm de profundidade em bandejas plásticas com as dimensões de 30 cm x 40 cm x 10 cm em casa de vegetação com temperatura média no período de avaliações de $27 \pm 5^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar, de 60% a 70%.

As variáveis foram obtidas a partir da coleta dos dados realizadas pelas contagens diárias das plântulas emergidas até a estabilização da emergência, (28 DAS), os quais foram calculados o índice de velocidade de emergência (IVE), percentagem de emergência (%E) e tempo médio



de emergência. Tempo médio de emergência - T_m foi obtido de acordo com a equação 1 de Labouriau (1983) e o índice de velocidade de emergência – IVE (equação 2), calculado segundo Maguire, 1962.

$$T_m = \frac{(G_1N_1 + G_2N_2 + \dots + G_nN_n)}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (1)$$

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (2)$$

Onde:

T_m = Tempo médio de emergência (dias)/ plântulas normais formadas;

IVE = Índice Velocidade de emergência;

E_1, E_2, E_n = número de sementes emergidas/ plântulas normais computadas no dia da avaliação;

N_1, N_2, N_n = número de dias, contados a partir da semeadura até o dia da avaliação.

Para porcentagem de emergência de plântulas (E , %), considerou-se como plântula emergida aquela que apresentava plúmula maior que três centímetros, após romper a superfície do substrato. A variável primeiro par de folhas, expressa em porcentagem (PPFol, %), foi determinada quando as folhas apresentavam lâmina verde; desenvolvida a partir da gema apical e se localiza logo acima dos cotilédones; tipo de folha de transição desenvolvida antes da formação das folhas adultas.

Durante os estádios iniciais das plântulas a umidade do substrato foi mantida sob irrigação manual, com regas diárias. O início da emergência de plântulas ocorreu aos quinze dias após a semeadura (DAS).

Os resultados de vigor foram expressos em porcentagem de plântulas normais (PN), obtidas durante as avaliações. Para a obtenção das doses de máxima eficiência técnica (DMTE) de peróxido de hidrogênio foram obtidas derivando-se e igualando a zero as funções quadráticas médias de produção que melhor se ajustaram aos dados de acordo com a equação 1 e 2 (Tiesdale et al., 1993).



$$y = cx^2 + bx + a$$

1)

$$\frac{dy}{dx} = 2cx + b = 0$$

2)

Aos 28 dias após a semeadura (DAS), foi obtida a massa seca das plântulas, que foi dividida em raiz e parte aérea. As raízes foram lavadas em água corrente, posteriormente, parte aérea e raízes foram colocadas em sacos de papel tipo kraft e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura ajustada para 70°C, durante 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança analítica (0,0001 g) para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), e pelo somatório destas, calculou-se massa seca total da planta (MST) e os resultados expressos em g plântula⁻¹.

Para verificar os pressupostos da análise de variância (ANOVA), os dados foram primeiramente verificados quanto à: a) normalidade com o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), b) homocedasticidade pelo teste de Bartlett ($p > 0,05$). Quando houve normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de regressão a fim de verificar a resposta do vigor das sementes em função das concentrações de peróxido de hidrogênio. A análise dos dados foi realizada no programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de Mogno africano exibiu valor médio de 6,8% de umidade. O teor de água das sementes influencia diretamente em vários aspectos da qualidade fisiológica, por isso a determinação é fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes de sementes (Silva et al., 2020). No presente estudo, o teor de água apresentou baixa porcentagem, o que torna favorável para sementes ortodoxas como o mogno africano, uma vez que, segundo Souza et al. (2019), o alto teor de água pode afetar a qualidade da semente florestal não só no período de armazenamento, mas também durante as operações de beneficiamento e dificultando o manejo.

De acordo com a análise de variância foi possível verificar que houve significância entre as diferentes concentrações avaliadas para as variáveis estudadas (Tabela 1), exceto, tempo médio de emergência (TME, dias).



Tabela 1. Resumo da análise de variância para emergência de plântulas (E, %), velocidade de emergência (VE, índice), tempo médio de emergência de plântulas (TME, dias), plântulas normais (PN, %), primeiro par de folhas primárias (PPFol, %) de Mogno africano em função de quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) aplicadas nas sementes.

Quadrado médio						
Fontes de variação	GL	E (%)	VE	TME(dias)	PN (%)	PPFol (%)
Tratamentos	3	278.6458**	0.9455**	2.1614 ^{ns}	70.3125*	645.8333**
Resíduo	16	23.4375	0.0907	0.9218	14.0625	96.8750
Média		81,87	4,64	16,44	85,62	72,5
CV (%)		5,91	6,49	5,84	4,38	13,58

** Significativo a 5 e 1% e ^{ns} não significativo ao nível de probabilidade (p<0.01) pelo teste F. GL: graus de liberdade. CV: Coeficiente de variação

Fonte: Autor

Podemos observar na Figura 1 (A) o percentual de emergência das plântulas de mogno africano em relação às concentrações de H₂O₂, no qual foi revelado que 24,2 mM é a dose de máxima eficiência técnica (DMTE), resultando em 20,0% de acréscimo na emergência de plântulas em relação com a testemunha (Figura 1A). Estes resultados evidenciaram que sementes de mogno africano nas diferentes concentrações de H₂O₂, possa estar relacionado à sinalização celular. Ou seja, as espécies reativas de oxigênio (EROs) interagem com outras moléculas em especial na regulação de fitohormônios, os quais estão envolvidos na ativação ou inibição dos processos de crescimento e desenvolvimento que ocorrem no início da embriogênese (Stein et al., 2021). Assim como nos mecanismos ligados à protrusão radicular e germinação (Hernández Cortés, 2022).

Pesquisas realizadas por Nogueira et al. (2017) revelaram que a 40 mM H₂O₂ aplicados nas sementes de *Mimosa ophthalmocentra* apresentou redução na emergência de plântulas, como também evidenciado por Miranda et al. (2014), em sementes de *Prosopis juliflora*.

Por sua vez, na presente pesquisa 40 mM de H₂O₂ aplicada nas sementes de mogno africano exibiu percentual de emergência de aproximadamente 80% resultando em acréscimo de 9,3% na emergência de plântulas quando comparada com a testemunha (Figura 1A).

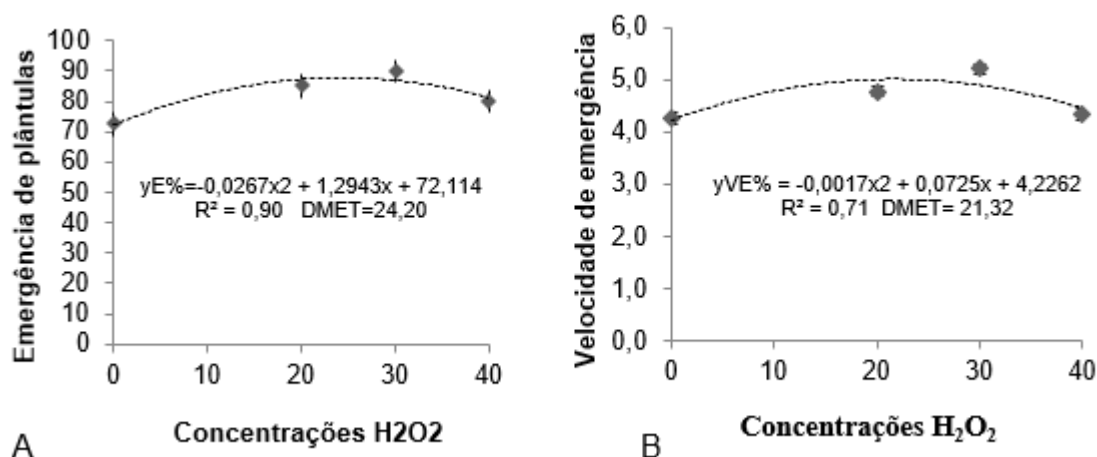
Vale destacar, que o ajuste dos modelos de regressão foi realizado com base no melhor coeficiente de determinação (R²), gerando equações do tipo quadrático. Assim, o coeficiente de determinação (R²) da presente pesquisa decresceu na seguinte ordem: PPFol, %, (0,98); TME (dias), (0,96); E (%) (0,90); MSR (g planta⁻¹) (0,82); PN (%) (0,80); MST (g planta⁻¹) (0,79); MSPA (g planta⁻¹) (0,78) e VE (índice) (0,71) (Figura 1 A e B; Figura 2 A, B, C e D; Figura 3 A



e B, respectivamente). Charnet et al. (1999) ressaltaram que o R^2 varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, maior será o poder de explicação ou o ajuste do modelo de regressão.

Silva Júnior et al. (2018), monitorando o crescimento de mudas de mogno brasileiro sob efeito de doses crescentes de cálcio, observaram que nenhuma variável se ajustou à regressão linear, de modo que os ajustes quadráticos foram mais adequados para as respostas obtidas, corroborando ao obtido nesse estudo.

Figura 1: (A) Emergência de plântulas (%); (B) velocidade de emergência (índice) obtidas com utilização de quatro concentrações (0, 20, 30 e 40 mM) de peróxido de hidrogênio aplicadas nas sementes de mogno africano.



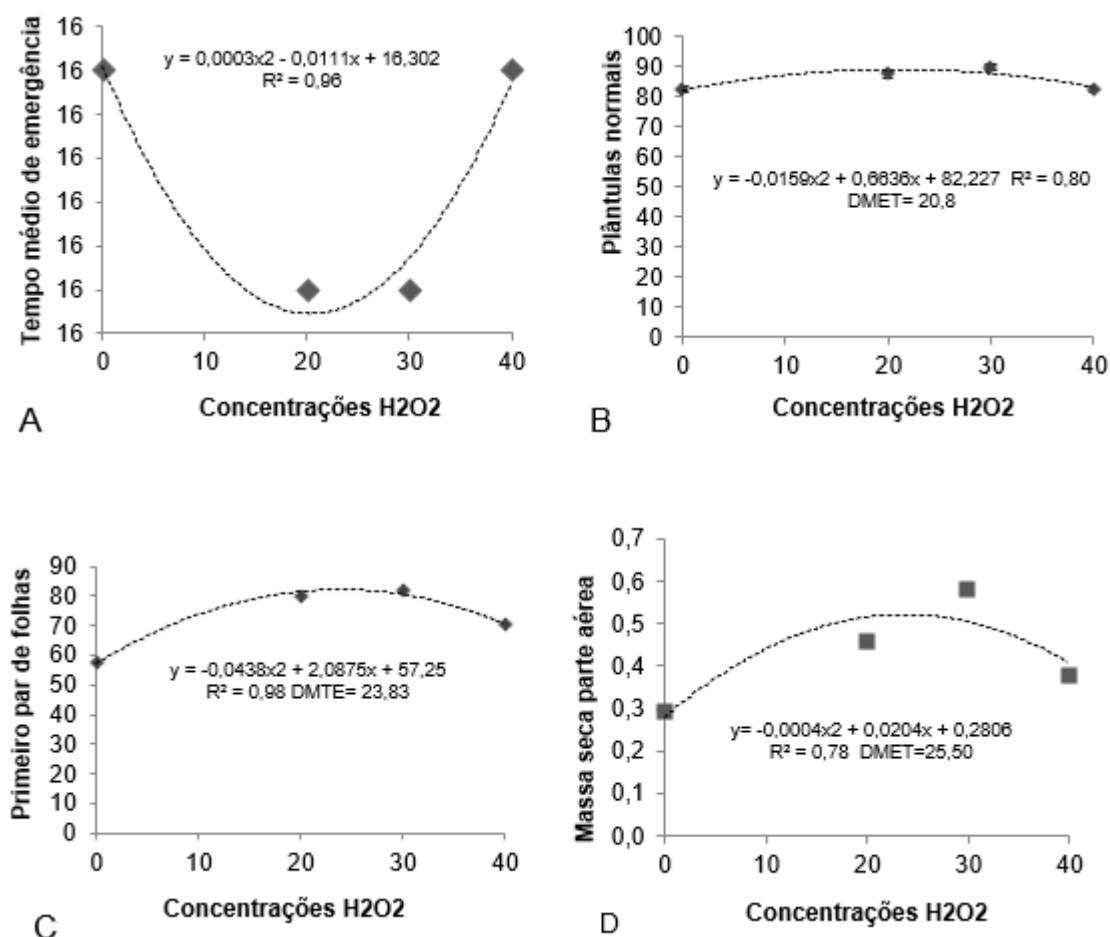
Fonte: Autor

Destaca-se que os resultados obtidos para velocidade de emergência de plântulas de mogno africano (Figura 1B) a DMTE foi de 21,32 mM de H₂O₂ (Figura 1 B) com velocidade de emergência (índice) igual a 5,0 enquanto a testemunha a VE (índice) foi de 4,2 exibindo decréscimo de 16% em relação a DMTE de 21,32 mM de H₂O₂. O H₂O₂ são moléculas que atuam como mensageiras celulares, podendo estar ligadas não só a sinalizações para ativação da quebra de dormência de sementes, mas também favorecendo positivamente o vigor de plântulas (Hernández et al., 2022).

Neste sentido, para variável plântulas normais as concentrações de 20 e 30 mM de H₂O₂ exibiram melhores percentuais de PN quando comparadas a testemunha (Figura 2 B), indicando que a absorção da solução de H₂O₂ nas concentrações supracitadas foram eficientes para promover a regulação e o equilíbrio de fitohormônios e bem como promover maior vigor de plântulas de mogno africano.



Figura 2: (A) Tempo médio de emergência (dias); (B) plântulas normais (%); (C) plântulas com primeiro par de folhas; (D) massa seca de parte aérea (g planta^{-1}) obtidas com utilização de quatro concentrações (0, 20, 30 e 40 mM) de peróxido de hidrogênio aplicadas nas sementes de mogno africano.



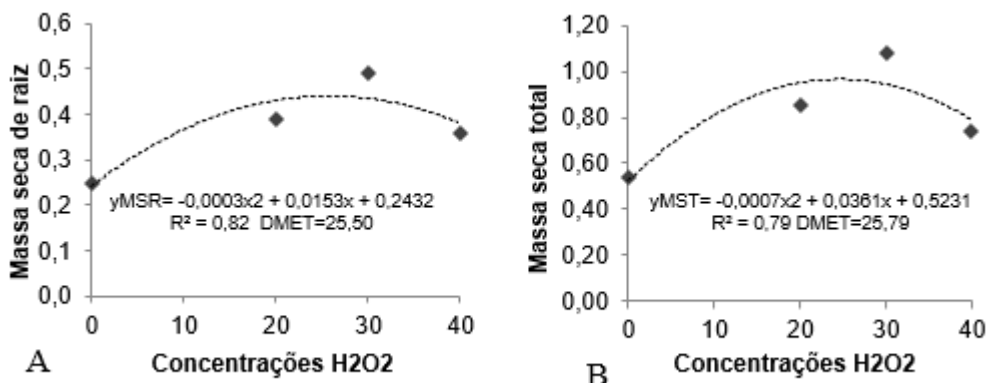
Fonte: Autor

Outrossim, verifica-se a ocorrência do maior percentual de plântulas normais (90%) na DMTE de 20,8 mM de H₂O₂ (Figura 2 B) com tempo médio de 16,2 dias (Figura 2 A) resultando em uniformidade no estande de plântulas com primeiro par de folhas (Figura 2 C). É sabido que em paralelo ao teste de germinação, o vigor das sementes é atestado pela capacidade de germinação e produção de plântulas normais, detectando diferenças na qualidade de sementes no lote, de acordo com o percentual de germinação, permitindo, assim, classificá-los em alto e baixo vigor (Smiderle e Souza 2022).

O acréscimo na porcentagem de plântulas normais de acordo com o aumento da concentração de H₂O₂ até a DMTE 25,79 mM foi determinante na promoção de maior massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e massa seca total das plântulas de mogno africano (Figura 2 D; Figura 3 A e B).



Figura 3: (A) Massa seca de raiz (g planta⁻¹); e (B) massa seca total (g planta⁻¹), obtidas com utilização de quatro concentrações (0, 20, 30 e 40 mM) de peróxido de hidrogênio aplicadas nas sementes de mogno africano.



Fonte: Autor

Entretanto, para massa seca de parte aérea das plântulas de mogno africano a DMTE foi de 25,50 mM, apresentando 50,0% de ganho quando comparado com a testemunha (Figura 2 D). O sistema radicular, segundo Menegatti et al. (2019) influencia na absorção e translocação de água e nutrientes das raízes para a parte aérea. Sendo que para MSR a DMTE também foi de 25,50 mM exibindo ganho de 48,9% em relação a testemunha (Figura 3 A). Quanto aos valores de massa seca total (MST), observou-se aumento gradual até a DMTE de 25,79 mM e decresce na concentração de 40 mM de peróxido de hidrogênio (Figura 3 B).

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a existência da ativação ou inibição dos processos ligados à protrusão radicular e germinação, fator esse, primordial para o sucesso da espécie em estudo.

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na dose de máxima eficiência técnica 24,2 mM é indicado para obter 90% de emergência de plântulas de mogno africano, 20,8 mM é recomendado na obtenção de uniformidade no estande de plântulas normais e no aumento de plântulas com duas folhas expandidas promovendo maior rendimento e vigor nas plântulas de mogno africano. Entretanto, doses altas como, 40 mM de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) não promove ganhos no percentual de plântulas de mogno africano.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq), pelas bolsas de pesquisa e de produtividade concedidas ao primeiro e o quarto autor. Agradecemos também ao Centro Universitário Ingá- UNINGÁ e a EMBRAPA-Roraima. Esta pesquisa fez parte do trabalho de conclusão de curso em Agronomia da primeira autora.



REFERÊNCIAS

ABRANTES, F.L.; MACHADO-NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C. Seed moisture content can be used to accelerate dormancy release during after-ripening of *Urochloa humidicola* cv. Llanero spikelets. **Ciência Rural**, v.51, n.1, e20200526, p. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

CHARNET, R.; BONVINO, H; FREIRE C. A. L; CHARNET, E. M. R. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas, SP: Unicamp, 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

HERNÁNDEZ CORTÉS, J.A. Seed Science Research: Global trends in seed biology and technology. **Seeds**, v. 1, p.1–4, 2022.

HERNÁNDEZ, J.A.; MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C.; DÍAZ-VIVANCOS, P. Hydrogen Peroxide Imbibition Following Cold Stratification Promotes Seed Germination Rate and Uniformity in Peach cv. GF305. **Seeds**, v. 1, p.28–35, 2022.

MENEGATTI, R. D.; SOUZA, A. G.; BIANCHI, V. J. Growth and nutrient accumulation in three peach rootstocks until the grafting stage. **Comunicata scientiae**, v. 10, n. 4, p. 467-476, 2019.

MIRANDA, R. Q.; CORREIA, R.M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; POMPELI, M.F. Germination of *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. seeds at different osmotic potentials and temperatures. **Plant Species Biology**, v.29, p.9-20, 2014.

MONTENEGRO, R.A.; SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Correlation of biometric characteristics of fruits and seeds with the vigor of *Agonandra brasiliensis* seedlings in northern Amazonia. **Bioscience Journal**, v. 38, pp. e37011, 2022.

NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; CASTRO, T. H. S.; SÁ, F. V. S. 'Jurema-de-embira' seed germination under water stress and at different temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 244-248, 2017.

SILVA, R.A.N.; DAVID, A.M.S.S.; FIGUEIREDO, J.C.; PEREIRA, K.K.G.; FOGAÇA, C.A.; ALVES, F.R.P.; SOARES, L.M. Germinação e vigor de sementes de mogno africano sob diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1245-1254, 2020.

SILVA JÚNIOR, M.L.; SILVA, S.A.S.; SANTOS, C.R.C.; MELO, V.S.; ALCANTRA, M.M.D.; SOBRINHO, R.J.A.; PEDROSO, A.J.S.; MARQUES, O.M.; VIÉGAS, I.J.M. Growth of young brazilian mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants under different doses of calcium. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n.9, p. 1393-1397, 2018.



SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Do scarification and seed soaking periods promote maximum vigor in seedlings of *Hymenaea courbaril*?. **Journal of Seed Science**, v.43, p.e202143030, 2021.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Scarification and doses of Acadian®, Stimulate® and *Trichoderma* spp. promote dormancy overcoming in *Hymenaea courbaril* L. seeds? **Journal of Seed Science**, v.44, p. e202244009, 2022a.

SOUZA, A.G.; SMIDERLE, O.J.; CHAGAS E.A.; ALVES, M.S.; FAGUNDES, P.R.O. Growth, nutrition and efficiency in the transport, uptake and use of nutrients in african mahogany. **Revista Ciência Agronômica**, v.51, n.2, p.e20196711, 2020a.

SOUZA, A.G.; SMIDERLE, O.J.; CHAGAS E.A.; ALVES, M.S.; FAGUNDES, P.R.O. Nutritional status and biomass of african mahogany seedlings grown with nutrient solution in the Northern Amazon. **Ciência Florestal**, v.30, n.4, p.958-970, 2020b.

SOUZA, A.G.; SMIDERLE, O.J.; PEDROZO, C.A. Long-time storage *Pochota fendleri* seeds with different packaging. **Advances in Horticultural Science**, v.33, n.3, p.327-332, 2019.

STEIN, M.; SERBAN, C.; MCCORD, P. Exogenous ethylene precursors and hydrogen peroxide aid in early seed dormancy release in sweet cherry. **Journal. American Society for Horticultural Science**, v.146, p.50–55, 2021.

SU, L., LAN, Q., PRITCHARD, H.W., XUE, H., WANG, X. Reactive oxygen species induced by cold stratification promote germination of *Hedysarum scoparium* seeds. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.109, p. 406-415, 2016.

TIESDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil Fertility and fertilizers**. 5.ed. New York: Macmillan, 1993. 634 p.