

OTIMIZANDO A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Acacia mangium* WILLD.

Fernando dos Santos Araújo¹, Francival Cardoso Felix^{2*}, Nelto Almeida de Sousa³, Emanuel da Costa Alves⁴, Riselane de Lucena Alcântara Bruno⁵, Edna Ursulino Alves⁵, Luciana Cordeiro do Nascimento⁶

¹ Bolsista PNPd, Produção Agrícola, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco.

² Doutorando, Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. *E-mail do autor correspondente: felixfc@outlook.com.br

³ Doutorando, Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

⁴ Doutorando, Entomologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

⁵ Docente, Produção e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba.

⁶ Docente, Fitopatologia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba.

Recebido: 16/03/2020; Aceito: 27/07/2020

RESUMO: O método recomendado pela literatura para superar a dormência das sementes de *Acacia mangium* Willd. não tem se mostrado eficiente, sendo observado alto percentual de sementes duras remanescentes no teste de germinação. Assim, objetivou-se avaliar diferentes métodos para superação da dormência em sementes de *A. mangium*. Para isso, foram quantificados os efeitos dos métodos de imersão em água aquecida, escarificação química com ácido sulfúrico e escarificação mecânica manual na presença e ausência da aplicação de fungicida químico, avaliando-se a germinação, percentual de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, velocidade de germinação e incidência de fungos. Todos os métodos favoreceram o desempenho germinativo das sementes de *A. mangium* em relação ao controle, mas as sementes submetidas à escarificação mecânica manual apresentaram maior porcentagem (92%) e velocidade de germinação (6,46) independentemente da aplicação de fungicida. A imersão em água aquecida não é recomendada por ter gerado alta porcentagem de sementes dormentes (30%), e a escarificação química foi desfavorável devido as maiores porcentagens de sementes mortas (21%), plântulas anormais (13%) e incidência de fungos (36%). Conclui-se que a escarificação mecânica manual é o método mais eficaz para superar a dormência das sementes de *A. mangium*. Esse protocolo pode ser incorporado à metodologia do teste de germinação desta espécie.

Palavras-chave: Acácia-australiana. Análise sanitária. Germinação. Vigor.

OPTIMIZING DORMANCY OVERCOMING IN *Acacia mangium* WILLD. SEEDS

ABSTRACT: The dormancy overcoming method recommended by the literature for *Acacia mangium* Willd. seeds has not be shown efficient, with higher percentage of dormant seeds remaining in the germination test. The objective was to evaluate different methods to overcome dormancy in *A. mangium* seeds. The effects of immersion in heated water, chemical scarification with sulfuric acid and manual mechanical scarification with and without

chemical fungicide application on seed germination. We evaluated germination, abnormal seedlings, dead and dormant seeds, germination speed and fungi incidence. All methods favored the germination performance of *A. mangium* seeds in relation to the control, but the seeds submitted to manual mechanical scarification presented higher percentage (92%) and germination speed (6.46) with or without fungicide application. Immersion in heated water is not recommended because higher percentage of dormant seeds (30%), and chemical scarification were unfavorable because higher percentages of dead seeds (21%), abnormal seedlings (13%) and fungal incidence (36%). We conclude that manual mechanical scarification is the most effective method to dormancy overcome *A. mangium* seed. This protocol may be incorporated into the germination test methodology of this species.

Key words: Australian-acacia. Sanitary analysis. Germination. Vigour.

INTRODUÇÃO

As sementes de espécies florestais são matéria-prima essencial para produção de mudas para reflorestamentos com fins conservacionistas ou comerciais. Todavia, podem apresentar mecanismos de bloqueio à germinação que dificultam a adequada avaliação da viabilidade e a obtenção de estandes de plântulas homogêneos (MARCOS FILHO, 2015).

Essa incapacidade temporária de germinar, mesmo sob condições favoráveis, é caracterizada como dormência, a qual é regulada pelo embrião (endógena) ou tecidos extra-embriônicos (exógena) (BEWLEY *et al.*, 2013). Diferentes métodos artificiais podem ser empregados para superação da dormência, cuja eficiência depende da espécie e dos procedimentos empregados (SANTOS *et al.*, 2014). Portanto, estudos voltados para essa temática têm sido continuamente realizados para sementes de diversas espécies (KOBORI; MASCARIN; CÍCERO, 2013), visando recomendar métodos com maior efetividade, rapidez e facilidade de execução.

A seleção do método mais efetivo, na maioria dos casos, baseia-se na avaliação conjunta de características fisiológicas de germinação e vigor. Dentre eles, há métodos que podem ser invasivos, provocando anormalidades, danos físicos e infecções fúngicas às plântulas (PIVETA *et al.*, 2010; ROSSI *et al.*, 2013; PIVETA *et al.*, 2014). As infecções fúngicas em sementes e plântulas associadas ao emprego de métodos de superação de dormência ainda são pouco compreendidas. Por isso, estudar a qualidade sanitária associada à qualidade fisiológica das sementes é tão relevante atualmente (CARMO *et al.*, 2017). Como os fitopatógenos fúngicos associados às sementes são geralmente encontrados no interior e/ou na superfície do tegumento (MEDEIROS *et al.*, 2016), a aplicação de fungicidas químicos pode ser usada como alternativa para controle.

Na família Fabaceae é comum que as sementes apresentem dormência exógena provocada pela impermeabilidade do tegumento à água (BEWLEY *et al.*, 2013). A *Acacia mangium* Willd. (acácia-australiana) é uma das espécies desta família que possuem sementes com esse tipo de dormência. No Brasil, trata-se de uma espécie arbórea nativa da Austrália, que apresenta potencial econômico crescente para exploração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros. Para que as sementes dessa espécie germinem

satisfatoriamente é necessária a aplicação de tratamento para superar a dormência, sendo a imersão em água aquecida a 100 °C, durante um minuto, o método considerado ideal, conforme Smiderle, Mourão Júnior e Sousa (2005) e Rodrigues *et al.* (2008). Entretanto, tais metodologias aplicadas no teste de germinação em laboratório têm gerado altas porcentagens de sementes dormentes remanescentes, sendo este fato também verificado por Pereira *et al.* (2014) em sementes de outras espécies da família Fabaceae.

Dessa forma, fica constatada a necessidade de aperfeiçoar o protocolo de superação da dormência das sementes de *A. mangium* para emprego no teste de germinação. Por essa razão, objetivou-se com esse estudo avaliar métodos para superação da dormência em sementes dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das sementes

O lote de sementes de *A. mangium* utilizado foi constituído pela mistura de sementes coletadas em 15 indivíduos de uma população plantada (5°53'52" S e 35°21'32" W) no município de Macaíba, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Os frutos com coloração parda e sinais de deiscência natural foram coletados diretamente das árvores. As sementes foram extraídas manualmente, submetidas à seleção visual para exclusão daquelas com danos físicos, atacadas por insetos e mal formadas. As sementes beneficiadas foram armazenadas em embalagem de vidro durante 90 dias em ambiente refrigerado, com temperatura média de $5 \pm 4^\circ\text{C}$ e umidade relativa média de 30%. Antes de iniciar o ensaio, determinou-se o grau de umidade das sementes pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C} / 24 \text{ hs}$ com duas amostras de 4,5 g (BRASIL, 2009), cujo resultado na ocasião foi de 8,4% de umidade.

Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos para superação de dormência das sementes foram constituídos de escarificação mecânica manual, escarificação química, água aquecida e controle, combinados com o uso (presença) ou não (ausência) de fungicida químico.

No método de superação da dormência usando água aquecida, as sementes permaneceram imersas por 1 min em água à temperatura de 100°C (SMIDERLE; MOURÃO JÚNIOR; SOUSA, 2005), enquanto para a escarificação química, utilizou-se ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4 ; 98% P.A.) durante 90 min (RODRIGUES *et al.*, 2008). Na escarificação mecânica manual, efetuou-se incisão no tegumento da semente na região oposta à micrópila, com o auxílio de um alicate de corte, conforme recomendações prescritas nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013). As sementes indenadas foram usadas como controle. Em seguida, as sementes destinadas ao tratamento na presença da aplicação de fungicida químico foram tratadas com captana (Captan®) na dosagem de $2,4 \text{ g.kg}^{-1}$ de sementes.

Para o teste de germinação, as sementes de *A. mangium* foram semeadas em substrato rolo de papel e incubadas em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), sob temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 hs, conforme instruções contidas em

Brasil (2013). A quantidade de sementes germinadas foi contabilizada diariamente até o 21º dia após a semeadura, sendo esses dados utilizados para determinar o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962). No 21º dia após a semeadura, contabilizou-se a quantidade de sementes germinadas (plântulas normais), plântulas anormais, sementes mortas e sementes dormentes remanescentes (sementes duras), conforme Brasil (2009). Os valores foram expressos em porcentagem.

Para a análise sanitária, foi utilizado o método de incubação em papel filtro (*Blotter test*). As sementes de cada tratamento foram dispostas espacialmente sobre uma dupla camada de papel de filtro umedecido com água destilada e esterilizada, mantidas em placas de Petri transparentes de 9,0 cm de diâmetro (BRASIL, 2009). As placas de Petri contendo as sementes foram tampadas, vedadas com filme plástico, e incubadas por 10 dias sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, na presença de luz.

A avaliação da incidência fúngica nas sementes foi realizada individualmente com auxílio de um estereomicroscópio com resolução de 40-80x, observando-se a ocorrência de frutificações típicas do crescimento de cada gênero fúngico. Para confirmar a identidade dos mesmos, também foram montadas lâminas para exame no microscópio ótico e comparação com literatura especializada (MATHUR; KONGSDAL, 2003; SEIFERT *et al.*, 2011), sendo os valores médios da incidência de cada gênero fúngico e a incidência total expressos em porcentagem.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 (métodos de superação da dormência x aplicação de fungicida), utilizando-se quatro repetições contendo 50 sementes para o teste de germinação, e vinte repetições contendo 10 sementes para a análise sanitária. Os dados que atenderam aos pressupostos para análise paramétrica foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as variáveis analisadas em esquema fatorial. Quando efeitos significativos foram detectados, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis em nível de 5% de probabilidade. As relações entre as variáveis foram testadas pela correlação de Pearson (r_p), discutindo-se apenas as relações significativas ($p < 0,05$) e com coeficientes de alta magnitude ($r = 0,70$ a 1,00). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o fator método para superação da dormência, houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, o que não ocorreu para o fator aplicação de fungicida, sendo observado que apenas os parâmetros mortalidade de sementes e sementes dormentes foram significativos ($p < 0,01$). Também foi verificado que a interação entre os fatores foi significativa apenas para os parâmetros mortalidade de sementes e sementes dormentes (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para os fatores superação da dormência e aplicação de fungicida em sementes de *A. mangium* para as variáveis: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), mortalidade de semente (MS), sementes dormentes (SD) e plântulas anormais (PA). *Variance analysis for dormancy overcoming and fungicide application factors in A. mangium seeds for the variables: germination (G), germination speed index (IVG), seed mortality (DM), dormancy seeds (SD) and abnormal seedlings (PA).*

Fonte de variação	GL	Valores do quadrado médio da ANOVA				
		G	IVG	MS	SD	PA
Método para superação da dormência (Fator 1)	3	12462,19**	60,00**	427,12**	13226,61**	428,33**
Aplicação de fungicida (Fator 2)	1	22,78 ^{ns}	0,09 ^{ns}	210,12**	47,53**	8,00 ^{ns}
Interação (Fator 1 x Fator 2)	3	17,28 ^{ns}	0,09 ^{ns}	32,79**	35,53**	185,42 ^{ns}
Resíduo	24	294,75	0,05	4,04	7,03	2,83

Nota: GL: grau de liberdade; ^{ns} não significativo e **significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. *GL: degree of freedom; ^{ns} not significant and ** significant at the level of 1% probability by the F test.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A escarificação mecânica manual proporcionou os maiores valores de germinação (92%) e IVG (6,46), independentemente da aplicação de fungicida (Tabela 2). A porcentagem de germinação das sementes do tratamento controle foi de apenas 1%. As sementes submetidas à escarificação química (68%) e à água aquecida (69%) não diferiram entre si significativamente, apesar de a escarificação química proporcionar maior IVG (4,84). O tratamento com água aquecida proporcionou menor formação de plântulas anormais (0%) em relação a escarificação mecânica manual (3%) e escarificação química (16%) (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e plântulas anormais (PA) de *A. mangium* provenientes de sementes submetidas a diferentes métodos para superação da dormência. *Germination (G), germination speed index (IVG) and abnormal seedlings (PA) of A. mangium from seeds submitted to different methods to overcome dormancy.*

Tratamento	G (%)	IVG	PA (%)
Escarificação mecânica manual	92 a	6,46 a	3 b
Escarificação química	68 b	4,84 b	16 a
Imersão em água aquecida	69 b	4,22 c	0 c
Controle	1 c	0,03 d	0 c
DMS	2,55	0,17	1,23
CV (%)	6,1	6,0	15,44

Nota: Diferença mínima significativa (DMS); coeficiente de variação (CV). Valores médios seguidos por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Minimum significant difference (DMS); variation coefficient (CV). Average values followed by different letters in the columns differ from each other by the Tukey test at the 5% probability level.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A escarificação mecânica manual e escarificação química resultaram em menor percentual de sementes dormentes (0%) em relação a imersão em água aquecida (30%) e ao tratamento controle (82 e 90%), independentemente da aplicação de fungicida (Tabela 3).

Tabela 3. Sementes dormentes (%) de *A. mangium* remanescentes no teste de germinação em função de diferentes métodos de superação da dormência na presença e ausência da aplicação de fungicida. *Dormant seeds (%) of A. mangium remaining in the germination test according to different methods of overcoming dormancy with and without the application of fungicide.*

Tratamento	Aplicação de fungicida	
	Presença	Ausência
Escarificação mecânica manual	0 cA	0 cA
Escarificação química	0 cA	0 cA
Imersão em água aquecida	30 bA	30 bA
Controle	90 aA	82 aB
DMS (linha)		3,87
DMS (coluna)		5,17
CV (%)		9,11

Nota: Diferença mínima significativa (DMS); coeficiente de variação (CV). Valores médios seguidos por letras distintas (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Minimum significant difference (DMS); variation coefficient (CV). Average values followed by different letters (lower case in the columns and upper case in the rows) differ from each other by the Tukey test at the level of 5% probability.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Como as sementes do tratamento controle apresentaram baixa porcentagem de germinação (1%) e alta porcentagem de sementes dormentes remanescentes (82%), confirmou-se a dormência exógena por impermeabilidade do tegumento à água. Esse resultado corrobora com os obtidos por Smiderle, Mourão Júnior e Sousa (2005), nos quais ocorreu 3% de germinação e alta porcentagem de sementes dormentes em estudo com *A. mangium*, o que também foi verificado em outras espécies do gênero *Acacia* por Escobar *et al.* (2010) em estudo com sementes de *Acacia caven* Mol., e por Vasconcelos *et al.* (2015), com sementes de *Acacia farnesiana* (L.) Willd.

A maior porcentagem de germinação das sementes de *A. mangium* após aplicação dos tratamentos para superação da dormência revelou que todos os métodos foram capazes de superar a barreira impermeável à água presente no tegumento das sementes, possibilitando assim a sua absorção que, segundo Bewley *et al.* (2013), é um dos requisitos básicos para que a germinação ocorra.

A absorção de água pelas sementes submetidas à escarificação mecânica manual ocorre por meio da abertura feita no tegumento, enquanto que nas sementes submetidas à escarificação química e à imersão em água aquecida se dá pela desestruturação dos elementos responsáveis pela impermeabilidade do tegumento, tais como a camada de células paliçádicas que possuem paredes secundárias grossas, lignificadas e impregnadas com substâncias de natureza hidrofóbica (MARCOS FILHO, 2015). Embora todos os métodos testados tenham

promovido a germinação das sementes de *A. mangium*, a escarificação mecânica manual foi o método que possibilitou melhor desempenho germinativo e expressão do vigor.

As sementes submetidas aos tratamentos de escarificação mecânica e água aquecida proporcionaram menores taxas de mortalidade de sementes na presença e ausência do fungicida (Tabela 4). A aplicação de fungicida reduziu a porcentagem de mortalidade de sementes dos tratamentos controle, escarificação mecânica manual e escarificação química, mas não teve efeito sobre a mortalidade das sementes submetidas à água aquecida (Tabela 4).

Tabela 4. Mortalidade de sementes (%) de *A. mangium* submetidas a diferentes métodos de superação da dormência na presença e ausência da aplicação de fungicida. *Seed mortality (%) of A. mangium submitted to different methods of overcoming dormancy with and without fungicide application.*

Tratamento	Aplicação de fungicida	
	Presença	Ausência
Escarificação mecânica manual	3 cB	6 bA
Escarificação química	13 aB	21 aA
Imersão em água aquecida	1 cA	1 cA
Controle	9 bB	18 aA
DMS (linha)		2,93
DMS (coluna)		3,92
CV (%)		23,14

Nota: Diferença mínima significativa (DMS); coeficiente de variação (CV). Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Minimum significant difference (DMS); variation coefficient (CV). Averages followed by the same lowercase letter in the columns and uppercase in the rows differ by Tukey's test at the 5% probability level.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A análise das porcentagens de mortalidade de sementes, sementes dormentes e plântulas anormais também forneceram informações para avaliar a efetividade dos métodos de superação de dormência. A alta porcentagem de sementes dormentes remanescentes quando aplicado o método de imersão em água aquecida revelou que o mesmo apresentou baixa efetividade em superar a dormência das sementes de *A. mangium*. Esses resultados contrapõem-se aos obtidos por Smiderle, Mourão Júnior e Sousa (2005) e Rodrigues *et al.* (2008), ao indicarem esse método como o mais adequado para superação da dormência das sementes de *A. mangium*, portanto, reforça-se a afirmação de Pereira *et al.* (2014), de que a imersão em água aquecida é ineficiente para superar a dormência de sementes de espécies da família Fabaceae, em virtude das elevadas porcentagem de sementes dormentes remanescentes.

Embora tenha sido constatada ausência de sementes dormentes remanescentes nos tratamentos de escarificação mecânica manual e escarificação química, a escarificação química proporcionou as maiores porcentagens de mortalidade de sementes e de plântulas anormais, indicando que esse método foi invasivo. Tal resposta pode ser atribuída ao efeito corrosivo do ácido utilizado (H_2SO_4), que pode provocar injúrias irreversíveis ao embrião (SANTOS *et al.*, 2014), e em casos de exposição prolongada pode provocar a formação de plântulas anormais (OLIVEIRA *et al.*, 2010) e morte das sementes (PACHECO *et al.*, 2014).

Os gêneros fúngicos identificados na análise sanitária foram *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia* sp. e *Chaetomium* sp. Observou-se, portanto, que a incidência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia* sp. nas sementes foi influenciada significativamente pelos tratamentos aplicados (Tabela 5).

Tabela 5. Incidência fúngica (%) em sementes de *A. mangium* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência na presença e ausência da aplicação de fungicida. *Fungi incidence (%) in A. mangium seeds submitted to different methods of overcoming dormancy with and without the application of fungicide.*

Tratamento	Incidência fúngica (%)					Total
	<i>Curvularia</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Aspergillus</i>	
Escarificação mecânica manual	0,0	1,5 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,5 ab
Escarificação mecânica+ Fungicida	0,0	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Escarificação química	1,0	2,5 ab	15,5 b	2,0 b	15,5 b	36,5 c
Escarificação química + Fungicida	0,5	0,5 a	2,5 a	0,0 a	1,5 a	5,0 ab
Imersão em água aquecida	0,0	0,5 a	0,5 a	0,0 a	0,0 a	1,0 ab
Imersão em água aquecida + Fungicida	0,5	0,5 a	0,5 a	0,0 a	0,5 a	2,0 ab
Controle	0,0	4,5 b	0,5 a	0,5 a	5,0 a	10,5 bc
Controle + Fungicida	0,0	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Valor-H	6,50 ^{ns}	32,29*	83,99*	17,04*	57,54*	88,79*

Nota: H-crítico = 14,06; * = significativo ($H > H\text{-crítico}$) e ^{ns} = não significativo ($H < H\text{-crítico}$) pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Valores seguidos por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si. *H-critical = 14.06; * = significant ($H > H\text{-critical}$) and ^{ns} = not significant ($H < H\text{-critical}$) by the Kruskal-Wallis test at the 5% probability level. Values followed by different letters in the columns differ statistically from each other.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A maior incidência do gênero *Penicillium* sp. foi verificada nas sementes do tratamento controle e da escarificação química, enquanto para os gêneros *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. a maior incidência foi observada nas sementes submetidas à escarificação química (Tabela 5). A aplicação de fungicida proporcionou redução da incidência total dos fungos nas sementes do controle e naquelas submetidas à escarificação mecânica manual e química, mas não afetou a incidência em sementes submetidas à imersão em água aquecida. Dentre os gêneros fúngicos analisados, apenas *Fusarium* sp. foi erradicado com a aplicação de fungicida.

Os gêneros fúngicos *Curvularia* sp., *Trichoderma* sp., *Rizopus* sp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. que estavam associados às sementes de *A. mangium* são descritos como saprofitas. Esses gêneros também foram observados em sementes da espécie florestal *Cedrela fissilis* Vellozo em estudo desenvolvido por Lazarotto *et al.* (2012), indicando que apesar de estarem presentes em sementes, nenhum desses foi transmitido para as plântulas. Entretanto,

os gêneros *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. e *Chaetomium* sp. foram identificados em alguns estudos como sendo potencialmente patogênicos, tanto para sementes quanto para plântulas (BENETTI *et al.*, 2009; LAZAROTTO *et al.*, 2012; MACIEL *et al.*, 2012).

Como a maior incidência dos fungos *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Aspergillus* spp. ocorreu nas sementes submetidas à escarificação química, acredita-se que este método favoreceu o desenvolvimento desses agentes. Tais resultados são contrários aos obtidos por Santos *et al.* (2014) em seu estudo com sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth, ao afirmarem que o efeito corrosivo da escarificação química eliminou possíveis inóculos fúngicos da superfície das sementes. Entretanto, Rocha *et al.* (2011) mencionaram que a produção de açúcares durante a hidrólise ácida da celulose do tegumento das sementes pode ser utilizada como substrato para alguns fungos, de forma a aumentar sua incidência nas sementes, o que provavelmente ocorreu neste estudo.

Embora as correlações entre incidência fúngica e as variáveis germinação, plântulas anormais e mortalidade de sementes tenham sido significativas, apenas a correlação entre incidência fúngica e a mortalidade de sementes apresentou alta magnitude ($r_p = 0,847^{**}$) (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação linear (r_p) entre a incidência total de fungos e germinação, velocidade de germinação, mortalidade de sementes, plântulas anormais e sementes dormentes de *A. mangium* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência na presença e ausência da aplicação de fungicida. *Linear correlation (r_p) between the total incidence of fungi and germination, germination speed, seed mortality, abnormal seedlings, and dormant seeds of A. mangium submitted to different methods of overcoming dormancy with and without the application of fungicide.*

Variáveis	Coefficiente de correlação (r_p)
Incidência de fungos x Germinação	-0,463 *
Incidência de fungos x Velocidade de germinação	-0,204 ^{ns}
Incidência de fungos x Mortalidade de sementes	0,847 ^{**}
Incidência de fungos x Plântulas anormais	0,571 ^{**}
Incidência de fungos x Sementes dormentes	-0,365 ^{ns}

Nota: ^{ns} = não significativo, ^{**} e * significativo pelo teste T ao nível de 1 e 5% de probabilidade. ^{ns} = not significant, ^{**} and * significant by the T test at the level of 1 and 5% probability.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Considerando que os fungos podem deteriorar as sementes, causar anormalidades e lesões nas plântulas (PIVETA *et al.*, 2010), é provável que as altas porcentagens de mortalidade das sementes submetidas a escarificação química estejam associados a alta incidência fúngica, visto que houve forte correlação entre essas variáveis. A redução da mortalidade de sementes promovida pela aplicação de fungicida demonstra que não só o efeito invasivo dos métodos foi o responsável pela mortalidade das sementes, mas também a ação fúngica.

Com exceção das sementes oriundas da escarificação química, aquelas submetidas à imersão em água aquecida e a escarificação mecânica manual tiveram menor incidência total

de fungos em relação às sementes do controle, possibilitando dispensar a aplicação de fungicida quando esses métodos forem utilizados. A baixa incidência fúngica nas sementes submetidas à imersão em água aquecida pode ser atribuída à ação do calor que promove a redução/erradicação do inóculo fúngico (KOBORI; MASCARIN; CÍCERO, 2013; SCHNEIDER *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2018).

Assim como neste estudo, menor incidência de fungos foi verificada nas sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. submetidas à escarificação mecânica manual, contudo, essa foi uma resposta isolada, pois a aplicação desse método em sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Enterolobium maximum* Ducke resultou, na maioria dos casos, em alta incidência de plântulas danificadas e com infecções fúngicas (PEREIRA *et al.*, 2014).

Dessa forma, não se pode afirmar que a escarificação mecânica manual tem de fato influência direta na redução da incidência fúngica sobre as sementes de *A. mangium*, mas como acelerou a velocidade de germinação é provável que isso tenha perturbado o desenvolvimento da micoflora associada.

CONCLUSÃO

As sementes de *A. mangium* submetidas à escarificação mecânica manual apresentaram maior germinação e vigor, com baixa incidência de fungos, sendo o método mais eficaz para superação da dormência das sementes dessa espécie. Dessa forma, esse protocolo de superação de dormência pode ser incorporado à metodologia do teste de germinação de *A. mangium*.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelos incentivos financeiros e concessão de bolsas para os autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. S.; SOUSA, N. A.; ALVES, E. C.; FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C.; BRUNO, R. L. A.; PACHECO, M. V. Moist heat treatment on *Acacia mangium* seeds. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p.702-708, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16733/13626>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BENETTI, S. C.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, A. C. S.; JACCOUD FILHO, D. S. Levantamento de fungos em sementes de cedro e avaliação da patogenicidade de *Fusarium* sp. e *Pestalotia* sp. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 58, n. 1, p.81-85, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24023/1/9-9-5-PB.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer, 2013. 392 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2013. 98 p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

CARMO, A. L. M.; MAZARATTO, E. J.; ECKSTEIN, B.; SANTOS, A. F. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 43, n. 3, p.246-247, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2211>. Acesso em: 17 jul. 2020.

ESCOBAR, T. A.; PEDROSO, V. M.; BONOW, R. N.; SCHWENGBER, E. B. Overcoming dormancy and temperatures for seed germination of *Acacia caven* (Mol.) Mol. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 32, n. 2, p.124-130, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n2/v32n2a15.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

KOBORI, N. N.; MASCARIN, G. M.; CÍCERO, S. M. Métodos não sulfúricos para superação de dormência de sementes de mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, p.25-32, 2013. Disponível em: https://www.abrates.org.br/img/informations/950ff7fa-c03a-4960-a520-f6cb0870babe_IA%20vol.23%20n.1.pdf. Acesso em: 16 dez. 2019.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; BELTRAME, R.; SANTOS, A. F.; MACIEL, C. G.; LONGHI, S. J. Sanity, transmission via seeds and fungi pathogenicity in *Cedrela fissilis* seeds from the South region of Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p.493-503, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/198050986617>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MACIEL, C. G.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A. F.; LAZAROTTO, M. Detecção, transmissão e patogenicidade de fungos em sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p.323-328, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sp/v38n4/09.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MATHUR, S. B.; KONGSDAL, O. **Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi**. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2003. 425 p.

MEDEIROS, J. G. F.; ARAÚJO NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência**

Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 1, p.47-58, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821090>. Acesso em: 17 jul. 2020.

OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; LIMA JÚNIOR, A. R. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. – Leguminosae. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p.71-76, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1476>. Acesso em: 10 jan. 2020.

PACHECO, M. V.; ARAÚJO, F. S.; FERRARI, C. S.; BRUNO, R. L. A. Germinação de sementes de *Combretum leprosum* Mart. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p.154-162, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2729>. Acesso em: 10 jan. 2020.

PEREIRA, V. J.; SANTANA, D. G.; LOBO, G. A.; BRANDÃO, N. A. L.; SOARES, D. C. P. Eficiência dos tratamentos para a superação ou quebra de dormência de sementes de Fabaceae. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 2, p.187-197, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v37n2/v37n2a09.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

PIVETA, G.; MENEZES, V. O.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; WIELEWICKI, A. P. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 2, p.281-288, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000200006>. Acesso em: 10 jan. 2020.

PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S.; DUTRA, C. B.; PACHECO, C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de Aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p.289-297, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cflo/v24n2/1980-5098-cflo-24-02-00289.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ROCHA, R. B.; VIEIRA, A. H.; SPINELLI, V. M.; VIEIRA, J. R. Caracterização de fatores que afetam a germinação de teca (*Tectona grandis*): temperatura e escarificação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 205-212, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n2/a05v35n2.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

RODRIGUES, A. P. D. C.; KOHL, M. C.; PEDRINHO, D. R.; ARIAS, E. R. A.; FAVERO, S. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p.279-283, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asagr/v30n2/a19v30n2.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ROSSI, R. F.; KULCZYNSKI, S. M.; BARBOSA, M. M. M.; TROPALDI, L.; REIS, L. L.; FREITAS, L. A. Superação da dormência por ácido sulfúrico em sementes de algodão do campo [*Cochlospermum regium* (Mart. & Schr.) Pilg.] - Cochlospermaceae). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 23, n. 1, p.56-63, 2013. Disponível em: http://www.sbpmed.org.br/download/issn_02/artigo_11_v4_n2.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

SANTOS, J. L.; LUZ, I. S.; MATSUMOTO, S. N.; D'ARÊDE, L. O.; VIANA, A. L. S. Superação da dormência tegumentar de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth pela escarificação química. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p.1642-1651, 2014. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21951/15601>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SCHNEIDER, C. F.; GUSATTO, F. C.; MALAVASI, M. M.; STANGARLIN, J. R.; MALAVASI, U. C. Thermoherapy on physiological and health quality of stored *Jatropha* seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p.47-56, 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/12572>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2011. 866 p.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p.3733-3740, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>. Acesso em: 16 jul. 2020.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; SOUSA, R. C. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 27, n. 1, p.78-85, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n1/25184.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

VASCONCELOS, M. C.; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, M. L. M.; PINHEIRO NETO, L. G.; SOUZA, M. C. M. R. Caracterização morfobiométrica de frutos e sementes e superação da dormência em coronha (*Acacia farnesiana*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 5, p.120-126, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3612/3764>. Acesso em: 10 jan. 2020.