

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
OZONIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Aegiphila sellowiana*
CHAM.**

JÉSSICA CRISTINA BARBOSA FERREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
OZONIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Aegiphila sellowiana*
CHAM.**

JÉSSICA CRISTINA BARBOSA FERREIRA

ORIENTADORA: Profa. Dra. ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**PUBLICAÇÃO: PPG / EFL
BRASÍLIA-DF, FEVEREIRO DE 2016**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**“Avaliação da qualidade fisiológica e ozonização de
sementes de *Aegiphila sellowiana* Cham.”**

JÉSSICA CRISTINA BARBOSA FERREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:



Profª Dra. ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS (Departamento de
Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Profº Dr. ERNANDES RODRIGUES DE ALENCAR (Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária – FAV/UnB);
(Examinador Externo)



Profº Dr. ILDEU SOARES MARTINS (Departamento de Engenharia Florestal –
EFL/UnB);
(Examinador Interno)

Profº Dr. ANDERSON MARCOS DE SOUZA (Departamento de Engenharia
Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 25 de fevereiro de 2016.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CF383a CRISTINA BARBOSA FERREIRA, JÉSSICA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E OZONIZAÇÃO DE
SEMENTES DE *Aegiphila sellowiana* CHAM. / JÉSSICA
CRISTINA BARBOSA FERREIRA; orientador ROSANA DE
CARVALHO CRISTO MARTINS. -- Brasília, 2016.
83 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências
Florestais) -- Universidade de Brasília, 2016.

1. SEMENTES FLORESTAIS. 2. TESTE DE
ENVELHECIMENTO ACELERADO. 3. OZONIZAÇÃO DE SEMENTES.
4. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E DESINFESTAÇÃO. 5.
Aegiphila sellowiana CHAM.. I. DE CARVALHO CRISTO
MARTINS, ROSANA, orient. II. Título.

**A DEUS, SENHOR DA MINHA VIDA,
E A MINHA FAMÍLIA
DEDICO.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus que se faz presente em todos os momentos da minha vida. Obrigada pela força e proteção, fundamentais para a concretização deste trabalho.

À minha mãe por todo amor, apoio e dedicação. Pelo incentivo, compreensão e constante intercessão em favor da minha vida.

À minha família, em especial a minha avó, e aos meus amigos por sempre me apoiarem em minhas decisões e me inspirarem a lutar por meus objetivos.

Às minhas irmãs do coração, Daiana, Ana Cristina, Walquíria e Franciele, pelo companheirismo, amparo e pelas palavras de ânimo e inspiração.

Em especial, à minha orientadora Professora Rosana Carvalho pela sua dedicada orientação e atenção, pelo constante apoio, exemplo e conselho, pela disponibilidade e compreensão, pela paciência e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Anderson Marcos pelos ensinamentos e pela estrutura e assistência necessárias à realização deste trabalho.

Aos professores Ildeu Soares, Ernandes Rodrigues e Denise Vilela pelo acolhimento pelas valiosas sugestões e ajuda na realização das atividades desenvolvidas.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, por terem contribuído com a minha formação profissional.

Aos colegas e amigos do Curso, pela amizade, apoio, oportunidade de aprendizado e pelos momentos de descontração e alegria.

Ao Departamento de Engenharia Florestal, em especial ao Chiquinho e ao Thiago, pelo auxílio e estrutura disponibilizados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------|------|
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 6 |

CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Aegiphila sellowiana* CHAM. ATRAVÉS DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO..... | 10 |
| ABSTRACT | 11 |
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 16 |
| 2.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES | 16 |
| 2.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES | 17 |
| 2.2.1 Peso de mil sementes | 17 |
| 2.2.2 Número de sementes por quilograma | 18 |
| 2.2.3 Teor de água das sementes | 18 |
| 2.3 TESTE DE EMBEBIÇÃO..... | 18 |
| 2.4 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO..... | 19 |
| 2.5 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA..... | 19 |
| 2.6 TESTE DE GERMINAÇÃO | 20 |
| 2.6.1 Tempo Médio de Germinação | 21 |
| 2.6.2 Índice de Velocidade de Germinação | 21 |
| 2.6.3 Comprimento e diâmetro médio das plântulas..... | 21 |
| 2.6.4 Massa da matéria verde das plântulas | 21 |
| 2.6.5 Massa da matéria seca das plântulas | 22 |
| 2.6.6 Índice de Qualidade de Dickson - IQD | 22 |
| 2.7 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 23 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DO LOTE | 24 |
| 3.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA..... | 25 |
| 3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA..... | 27 |
| 4 CONCLUSÃO | 36 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E NA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES DE *Aegiphila sellowiana* CHAM.

| | |
|---|-----------|
| RESUMO..... | 47 |
| ABSTRACT | 48 |
| 1 INTRODUÇÃO | 49 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 52 |
| 2.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES | 52 |
| 2.2 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA | 53 |
| 2.3 TESTE DE GERMINAÇÃO | 53 |
| 2.3.1 Índice de Velocidade de Germinação | 54 |
| 2.3.2 Crescimento das plântulas | 55 |
| 2.3.3 Massa da matéria verde das plântulas | 55 |
| 2.3.4 Massa da matéria seca das plântulas | 55 |
| 2.4 TESTE DE SANIDADE..... | 56 |
| 2.4.1 Avaliação da germinação | 56 |
| 2.4.2 Incidência de fungos..... | 57 |
| 2.5 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 57 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 58 |
| 3.1 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA | 58 |
| 3.2 ANÁLISE DA SANIDADE | 61 |
| 4 CONCLUSÃO | 67 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |

RESUMO

FERREIRA, Jéssica Cristina Barbosa. **Avaliação da qualidade fisiológica e ozonização de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.** 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

A análise de sementes quanto aos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários é uma prática essencial, pois permite o conhecimento da qualidade e do grau de deterioração das sementes, que por sua vez, têm ligação direta não só com o potencial germinativo e o estabelecimento de plântulas, mas consequentemente com o crescimento e desenvolvimento da planta adulta. Baseado no exposto realizou-se este trabalho com objetivo de avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado para sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM., bem como analisar os efeitos de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência e na desinfestação de sementes. O teor de água inicial das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas. O teste de embebição foi realizado com sementes sem tegumento e com tegumento. As sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado, em câmara de germinação a 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Para a superação da dormência testou-se a imersão das sementes em água destilada na presença de gás ozônio, empregando-se duas concentrações de ozônio, 9 mg. L⁻¹ e 17 mg. L⁻¹, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L. min⁻¹, e quatro períodos de exposição, 30; 60; 90 e 120 minutos, compondo um fatorial 2 (concentrações) x 4 (períodos de exposição), totalizando 8 tratamentos, além da testemunha. Da mesma forma, para desinfestação das sementes aplicou-se os tratamentos: T1 – Sementes não tratadas (testemunha); T2 – imersão em álcool 50% por um minuto, seguida da imersão em hipoclorito de sódio 1% por um minuto; T3 – imersão em mix de óleos composto por óleos naturais de eucalipto, andiroba, bálsamo do Canadá, copaíba e cedro; T4 – imersão em água destilada na presença de gás ozônio na concentração de 17 mg. L⁻¹ por 30 minutos. Após aplicação de cada um dos tratamentos descritos realizou-se os testes de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), avaliação de plântulas, além do “blotter test”, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, para a identificação dos principais fungos associados às sementes de *A. sellowiana*. A viabilidade e o vigor das sementes não foram afetados pelo aumento do tempo de permanência nas condições de envelhecimento acelerado. Os gêneros de fungos encontrados associados às sementes foram *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Cercospora* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp. e *Botrytis* spp., sendo que, *Fusarium* foi o mais frequente. Conclui-se que o teste de envelhecimento acelerado nas condições estudadas não comprometeu o poder germinativo das sementes e que o uso da água destilada na presença de gás ozônio mostrou-se eficiente tanto para a superação da dormência tegumentar como para o controle de fungos associados às sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.

Palavras-chave: análise de sementes; deterioração de sementes; tamanqueira.

ABSTRACT

FERREIRA, Jéssica Cristina Barbosa. **Evaluation of the physiological quality and ozonation of seed of *Aegiphila sellowiana* CHAM.** 2016. 83 f. Dissertation (Master of Forest Science) – Department of Forest Sciences, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

The seed analysis as to genetic, physical, physiological and sanitary attributes is an essential practice because it allows the knowledge of the quality and the degree of deterioration of the seeds, which in turn, have a direct connection not only with the germination potential and the establishment seedlings, but eventually with the growth and development of the adult plant. Based on the above it was carried out this work to evaluate the efficacy of the accelerated aging test for seed *Aegiphila sellowiana* CHAM., as well evaluate the effects of pre-germination treatments for overcoming dormancy and seed disinfestation. The initial moisture content of the seeds was determined by the method of the oven at 105 ± 3 ° C for 24 hours. The soaking test was performed with no seed husk and seed coat. The seeds were subjected to accelerated aging in a growth chamber at 45 °C for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. To overcome dormancy tested the immersion of seeds in distilled water in the presence of ozone gas, using two ozone concentrations, 9 m. L⁻¹ and 17 m. L⁻¹, temperature 25 ° C and flow rate of 1.0 L. min⁻¹, and four periods of exposure, 30; 60; 90 and 120 minutes, composing a factor 2 (concentrations) x 4 (exposure period), totaling eight treatments, in addition to the witness. Similarly, for disinfestation of seeds applied treatments: T1 - untreated seeds (control); T2 - immersion in 50% ethanol for one minute followed by immersion in 1% sodium hypochlorite for one minute; T3 - immersion in oils mix composed of natural oils of eucalyptus, andiroba, Canada balsam, copal and cedar; T4 - immersion in distilled water in the presence of ozone gas at a concentration of 17 m. L⁻¹ for 30 minutes. After application of each of the treatments described took place the germination (G%), germination speed index (IVG), mean germination time (TMG), seedling evaluation, beyond the "blotter test," according the Rules for seed Analysis for the identification of the main fungi associated with seeds of *A. sellowiana*. The viability and vigor of the seeds were not affected by increasing the residence time in the accelerated aging conditions. The fungal genera have been found associated with seeds *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Cercospora* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp. e *Botrytis* spp., being that, *Fusarium* was the most frequent. It is concluded that the accelerated aging test in the studied conditions did not affect the germination of seeds and the use of distilled water in the presence of ozone gas proved efficient both for overcoming tegument dormancy as for mold control associated with seed *Aegiphila sellowiana* CHAM.

Keywords: seed analysis; deterioration seed; tamanqueira.

INTRODUÇÃO GERAL

A destruição das matas nativas é crescente e tem sido discutida com frequência na sociedade devido à conscientização ecológica e à busca pelo desenvolvimento sustentável, motivada tanto pelo governo, quanto pelos cidadãos em geral.

O desmatamento, as queimadas, a abertura de novas áreas para a agricultura e a exploração desordenada dos recursos naturais, especialmente das florestas nativas, dentre outras, vêm contribuindo para a destruição de habitats e muitos se encontram fragmentados e reduzidos a porções muito menores em relação às suas áreas originais. Consequentemente, esses eventos ocasionam a diminuição de espécies arbóreas nativas, especialmente aquelas que se destacam pela qualidade da madeira (celulose, fibras, polpa e biomassa para produção de energia), uso medicinal e industrial, produção de resinas e utilização ornamental e paisagística (SARMENTO e VILLELA, 2010).

Além disso, espécies nativas possuem grande relevância ecológica através do uso em reflorestamento e recomposição de áreas ambientalmente degradadas, são utilizadas como alimento e refúgio para a fauna silvestre, habitat para epífitas como bromélias, pteridófitas, orquídeas e cactos, sequestram carbono atmosférico, realizam fixação de nitrogênio e ciclagem de matéria orgânica no solo (SARMENTO e VILLELA, 2010). Uma alternativa para reduzir a exploração das florestas naturais, renovar a vegetação nativa, recuperar as áreas degradadas, estabelecer bancos de germoplasma, criar programas de melhoramento de plantas e plantios para a exploração econômica de frutos, madeira e produtos medicinais, é aumentar a oferta de sementes e mudas florestais com qualidade adequada (LUZ, 2013).

Nos últimos anos, observa-se o fortalecimento de políticas ambientais na promoção de um aumento de demanda por sementes e mudas de espécies nativas, que constituem insumo básico nos programas de recuperação ou conservação de ecossistemas, melhoramento vegetal e biotecnologia (SARMENTO e VILLELA, 2010). Entretanto, segundo Silva e Higa (2006), a oferta de sementes e mudas de espécies florestais nativas é significativamente inferior à demanda atual e potencial, enquanto a relação das espécies recomendadas para restauração ambiental é ampla.

Visto que a grande maioria dessas espécies é propagada por sementes, o sucesso na produção das mudas, com finalidade econômica ou conservacionista, depende do conhecimento dos processos de formação e do poder germinativo de cada espécie, que está diretamente relacionado à qualidade fisiológica, física, sanitária e genética da semente utilizada (REGO et al., 2009), como subsídio para a implementação de práticas adequadas às diferentes etapas do desenvolvimento vegetal (SILVA BELLO et al., 2008).

A qualidade é um elemento cada vez mais desejável e, por isso, um importante aspecto a ser investigado na produção, beneficiamento e comercialização de sementes de espécies florestais (PESKE e LEVIEN, 2005). Assim, a realização de pesquisas voltadas para a tecnologia de sementes é fator primordial para a obtenção de informações sobre a qualidade das sementes e para alcançar a padronização, agilidade, aperfeiçoamento e estabelecimento de métodos de análise de sementes. Esses métodos devem ser de fácil execução, reproduzíveis, possibilitar a aquisição de resultados confiáveis em curto período de tempo, comparados aos resultados obtidos em campo, além da redução de custos e do desenvolvimento de novas técnicas de produção.

Os parâmetros mais indicados e usados para a avaliação dos padrões de qualidade dos lotes de sementes são a viabilidade e o vigor, estudados por meio de testes que vem exigindo um aprimoramento das técnicas de análise empregadas. Necessita-se, em imediato, desenvolver testes rápidos para avaliação de viabilidade de sementes, principalmente para aquelas com baixa capacidade de armazenamento e germinação lenta. Esses diferentes comportamentos fisiológicos levam a uma rápida indicação da utilização dessas sementes, o que justifica o desenvolvimento de teste de curta duração (MATOS, 2009).

O teste de germinação, realizado sob condições ótimas de umidade, temperatura, luminosidade e substrato ideais para cada espécie é um dos meios utilizados para se determinar o nível de qualidade das sementes, (PASSOS et al., 2008). Porém, este teste pode ter pouca eficiência para estimar o desempenho no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis. Desta forma, os resultados de emergência das plântulas em campo podem ser consideravelmente inferiores aos dos testes de germinação em laboratório (GUEDES et al., 2009).

Diante dessas constatações, vários métodos para avaliar o vigor e a viabilidade de sementes têm sido desenvolvidos como complemento ao teste de germinação, com o objetivo de que os resultados expressem o máximo de desempenho dos lotes de sementes sob condições de campo (DUTRA e VIEIRA 2004). Dentre as metodologias avaliadas, o teste de envelhecimento acelerado apresenta-se como uma alternativa eficiente, pois consiste em submeter as sementes a condições extremas de temperatura e umidade por diferentes períodos de tempo; e, após isso, verificar o desempenho das mesmas quanto à germinabilidade e capacidade de gerar plântulas vigorosas, além de ser uma possibilidade de otimizar tempo e recursos dos laboratórios certificadores.

Uma vez que identificam o processo de deterioração das sementes logo na fase inicial e permitem a aplicação precoce de medidas corretivas para minimizar os efeitos dessa deterioração na qualidade fisiológica das sementes, os testes de vigor baseados na integridade dos sistemas de membrana da semente merecem atenção. O teste de condutividade elétrica fundamenta-se no princípio de que à medida que a semente envelhece, há deterioração, com conseqüente perda na integridade dos sistemas de membranas da célula, aumentando, assim, sua permeabilidade e, portanto, a lixiviação de eletrólitos (SANTOS e PAULA, 2005).

Outro fator a ser observado na análise de sementes é a dormência, pois interfere diretamente na germinação e representa um dos principais problemas para a produção de mudas de espécies florestais nativas. Segundo Cruz e Carvalho (2006), a ocorrência de dormência é um caso frequente nas espécies tropicais, causando germinação lenta e desuniforme. Nesse contexto, a germinação de sementes é influenciada, entre outros fatores, pelos compostos de reserva da semente, portanto, o conhecimento da composição química, bem como, da quantidade destes compostos na semente, como os fenóis e o amido, que possuem grande fonte de carbono, é essencial para o bom desenvolvimento da plântula. A definição de dormência química é estendida para substâncias produzidas tanto dentro como fora da semente, que, translocadas para o embrião, inibem a germinação (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Por se tratar de um insumo biológico afetado por uma série de fatores, a manipulação de sementes requer cuidados especiais e nesse sentido a associação com microrganismos constitui uma preocupação cada vez maior, principalmente nos

países tropicais, onde as condições climáticas mais diversificadas induzem a previsibilidade de um número maior de problemas sanitários (MACHADO, 2002). Alguns testes são comumente utilizados para conhecimento da qualidade sanitária de sementes, tais como o teste de sanidade e de transmissão de patógenos (LAZAROTTO, 2010).

Em função de ser uma espécie nativa de rápido crescimento e com elevado potencial para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas, áreas de Reserva Legal nas propriedades rurais e de matas ciliares nos ecossistemas onde ocorre, e devido à existência de poucos estudos destinados à técnica de produção de mudas de *Aegiphila sellowiana* CHAM., deve-se priorizar esta espécie, de forma a contribuir com informações relevantes sobre a germinação de sementes e o mecanismo de dormência apresentado.

A espécie *A. sellowiana* CHAM. pertence à família Verbenaceae, é conhecida, vulgarmente, como minura, mululo, briaúva, pau-de-gaiola, pau-de-tamanco e tamanqueira e apresenta forma biológica de arvoreta a árvore, em que as árvores maiores atingem dimensões próximas de 15 m de altura e 30 cm de DAP, na idade adulta (CARVALHO, 2006). Segundo Lorenzi (2008), a emergência das plântulas dessa espécie ocorre entre 50 e 100 dias, sem o uso de tratamentos pré-germinativos e são baixas a porcentagem e a velocidade de germinação. Apresenta madeira leve, mole, cuja facilidade no manejo e sua baixa durabilidade, favorecem o uso em obras internas, caixotaria, confecção de cepas de escovas e tamancos (LORENZI, 2008).

Além disso, Ferreira et al. (2010) constataram a atividade antimicrobiana de *A. sellowiana* contra patógenos da cavidade bucal utilizando extrato etanólico bruto das partes aéreas dessa espécie. Para Biruel (2006), a tamanqueira possui dormência fisiológica e para Ferreira; Pinto e Ferreira (2009) ela apresenta dormência tegumentar.

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a viabilidade de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. oriundas de frutos vermelhos (maduros), bem como analisar os efeitos da água destilada na presença do gás ozônio sobre a superação da dormência e a desinfestação das sementes dessa espécie.

Como objetivos específicos buscou-se:

- Avaliar a influência de diferentes tempos de envelhecimento acelerado no vigor e na perda de exsudatos de sementes de tamanqueira;

- Testar a eficiência do uso de água ozonizada na superação da dormência e na desinfestação de sementes de *A. sellowiana*.

A dissertação foi estruturada em dois capítulos. Cada capítulo encontra-se na forma de artigo, conforme apresentado a seguir:

Capítulo 1: “Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. através envelhecimento acelerado”. Neste estudo foi determinado o efeito do envelhecimento acelerado sobre o processo germinativo e o desenvolvimento de plântulas de *A. sellowiana*.

Capítulo 2: “Influência da água ozonizada na superação da dormência e na desinfestação de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.”. A ação da água ozonizada sobre a dormência e sobre os patógenos associados às sementes foi avaliada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRUEL, R. P. **Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* CHAM.** 2006. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 627 p.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Methods of overcoming dormancy in *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (LEGUMINOSAE – CAESALPINIOIDEAE) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 108-115, 2006.
- DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, 2004.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- FERREIRA, A. R.; PINTO, G. V.; FERREIRA, H. R. **Superação de dormência em sementes de *Aegiphila sellowiana*: (tamanqueiro).** 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Silvicultura) – Instituto Federal de Minas Gerais - Câmpus São João Evangelista, São João Evangelista, MG, 2009.
- FERREIRA, M. A. et al. Antimicrobial activity of *Aegiphila sellowiana* CHAM., Lamiaceae, against oral pathogens. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 246-249, 2010.
- GUEDES, R. S. et al. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 323-330, abr./jun. 2009.
- LAZAROTTO, M. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cedro e patogenicidade de *Rhizoctonia* spp.** 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

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

LUZ, L. V. **Caracterização citogenética e de crescimento de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MACHADO, C. F. et al. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista Cerne**, v. 8, n. 2, p. 017-025, 2002.

MATOS, J. M. M. **Avaliação do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

PASSOS, M. A. A. et al. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 281-284, 2008.

PESKE, S; LEVIEN, A. Demanda de sementes. In: **Anuário ABRASEM**. 2005. Pelotas: Becker e Peske, p.10-13, 2005.

REGO, S. S. et al. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 212- 220, 2009.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 136-145, dez. 2005.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 20, n. 12, p. 39-44, jun. 2010.

SILVA BELLO, E. P. B. C. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, v. 30, n. 3, p. 16–24, 2008.

SILVA, L. D.; HIGA, A. R. Planejamento e implantação de pomares de sementes de espécies florestais nativas. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Coords). Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 13–39.

CAPÍTULO 1

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE *Aegiphila sellowiana* CHAM. ATRAVÉS DO TESTE DE
ENVELHECIMENTO ACELERADO**

RESUMO – O teste de envelhecimento acelerado é utilizado na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes seguindo o princípio de que, à medida que as sementes são expostas a condições de temperatura e umidade elevadas, ocorre um aumento na deterioração das sementes, e conseqüentemente, há perda de vigor e viabilidade. A realização deste trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do envelhecimento acelerado sobre o vigor e a viabilidade de sementes de *A. sellowiana* coletadas na região do município de São João Evangelista – Minas Gerais. Realizou-se teste de embebição das sementes, além da caracterização do lote por meio da determinação do peso de mil sementes, número de sementes por quilograma e teor de água das sementes. As sementes foram distribuídas sem sobreposição, em camada única, sobre uma tela de alumínio e colocadas em caixas tipo “gerbox” contendo 40 mL de água destilada no fundo. As caixas foram mantidas em câmara B.O.D. com temperatura constante de 45 °C durante os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. Sementes não submetidas ao envelhecimento foram utilizadas para o controle do teste. Ao final de cada período determinou-se o teor de água e a incidência de fungos sobre as sementes, além de submetê-las aos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, condutividade elétrica e avaliação das plântulas. As sementes apresentaram um padrão bem definido de absorção de água no decorrer do teste de envelhecimento; e o percentual de sementes com fungo não diferiu entre os tempos 24, 48, 72 e 96 h. A porcentagem de germinação (G%) das sementes expostas a esses períodos foi superior ao tratamento controle e o IVG e o TMG foram estatisticamente iguais em todas as avaliações. Na avaliação das plântulas, de modo geral, os valores de todas as variáveis analisadas, com exceção do número de folhas e comprimento da raiz, aumentaram na medida em que as sementes permaneceram expostas ao envelhecimento. Para os valores de condutividade elétrica não houve diferença significativa entre os diversos períodos adotados. Constatou-se que o envelhecimento acelerado a 45 °C por 96 h não é adequado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de tamanqueira.

Palavras-chave: envelhecimento acelerado; tamanqueira; vigor de sementes

ABSTRACT – The accelerated aging test is used to evaluate the physiological quality of seed lots following the principle that, as the seeds are exposed to temperature and high humidity, there is an increase in the deterioration of seeds, and thus no loss vigor and viability. This work aimed to evaluate the effect of accelerated aging on the strength and viability of *A. sellowiana* seeds collected in the municipal area of São João Evangelista – Minas Gerais. Held dunk test seeds, besides the characterization of the batch by determining the thousand seed weight, seed number per kilogram of seed water content. Seeds were distributed without overlapping in a single layer on an aluminum screen and placed into boxes type "gerbox" containing 40 mL of distilled water at the bottom. The boxes were maintained in chamber B.O.D. a constant temperature of 45 ° C for periods of 24, 48, 72 and 96 hours. Seeds not subjected to the aging test were used for control. At the end of each period determined the water content and the incidence of fungi on seeds, and submit them for germination, germination speed index, average time of germination, electrical conductivity and evaluation of seedlings. The seeds have a well-defined pattern of water absorption during the aging test, and the percentage of seeds with fungus did not differ between the times 24, 48, 72 and 96 h. The germination percentage (G%) of seeds exposed to these periods was higher than the control treatment and the IVG and TMG were statistically equal in all evaluations. In evaluating seedlings, generally, the values of all parameters assessed, except leaf number and root length increased to the extent that the seeds have been exposed to aging. For electric conductivity values no significant difference between the various periods adopted. It was found that the accelerated aging at 45 ° C for 96 h is not suitable to assess the physiological quality tamanqueira seeds.

Keywords: accelerated aging; tamanqueira; seed vigor

1. INTRODUÇÃO

A Silvicultura moderna precisa estar sintonizada com as exigências do mercado de consumo de sementes florestais. A semente deve apresentar características que propiciem a qualidade do produto final, ou seja, a produção de mudas fortes e saudáveis. Assim, uma semente de boa qualidade é essencial para tornar mais eficiente os processos, não só de armazenamento como também possibilitar um melhor ajuste às condições de clima e solo na produção de uma boa muda. Através do estudo tecnológico, os problemas específicos da semente, tais como maturação, sanidade, vigor, entre outros, deverão ser solucionados, possibilitando uma melhor utilização no campo silvicultural (OLIVEIRA, 2012).

Grande é a preocupação dos pesquisadores e técnicos em análises de sementes de espécies florestais em realizar estudos que forneçam informações sobre a qualidade destas, a fim de promover padronização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análises (BRUNING et al., 2011). A qualidade das sementes pode ser estimada por meio de testes de germinação, entretanto, se o fenômeno da dormência estiver presente, os resultados podem estar disponíveis muito tempo após a instalação desse teste. Por esses motivos, muitos estudos foram e vêm sendo desenvolvidos, de forma a identificar ou distinguir rápida e satisfatoriamente se uma semente está viável ou não (MEDEIROS, 2001).

Vários métodos são reconhecidos e recomendados internacionalmente pela Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA) e pela Association of Official Seed Analysts (AOSA). Assim, a análise de sementes pode ser definida como o conjunto de técnicas usáveis em laboratórios para determinar a qualidade de uma amostra representativa de sementes que retrata o perfil de um determinado lote, conseqüentemente, o seu potencial para semeadura e com que sucesso estabelecerá uma população adequada de plântulas em campo, sob uma ampla faixa de condições ambientais (OLIVEIRA, 2012).

Nesse contexto, o vigor das sementes é um atributo imprescindível a ser considerado, pois compreende um grupo de características ou propriedades que contém as qualidades específicas atribuídas a cada muda responsáveis pelo seu potencial físico e fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar um desempenho adequado quando expostas a diferentes condições climáticas (BARBEDO, 1990;

MARCOS FILHO, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Além disso, o vigor tem grandes consequências sobre o armazenamento, pois quanto mais baixo o vigor das sementes, menor será o potencial de armazenamento (OLIVEIRA, 2012).

Uma das formas mais simples para se avaliar o vigor das sementes é o uso de testes que se baseiam no desempenho das plântulas (OLIVEIRA, 2012). A aplicação de testes de vigor em sementes florestais é uma prática que permite estimar e comparar lotes de sementes para diferentes objetivos. A simplicidade, inerente a vários destes testes, aliada aos bons resultados, torna-os de utilização promissora em vários campos de pesquisa (SANTOS e PAULA, 2007).

Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela AOSA (1983) e pela ISTA (1995) pode-se destacar o teste de envelhecimento acelerado e o teste de condutividade elétrica. Com um único teste não se consegue avaliar, simultaneamente, todos os aspectos de vigor que podem afetar o estabelecimento das plântulas em campo, assim, recomenda-se o uso de mais de um teste (OLIVEIRA, 2012). Em função de sua rapidez, facilidade de execução, boa base teórica e reprodutibilidade o teste de condutividade elétrica apresenta grande possibilidade de ser padronizado como teste de rotina nos laboratórios de análise de sementes.

O teste de envelhecimento precoce, desenvolvido por Delouche (1965), também chamado de envelhecimento acelerado ou ainda envelhecimento artificial, se baseia no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura (40 a 45 °C) e umidade relativa do ar (100%) e, a seguir, avaliada através do teste de germinação (OLIVEIRA, 2012). Nessas condições, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, refletindo na germinação após o período de envelhecimento acelerado (PAIVA et al., 2008), já as sementes de alto vigor possuem a capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas a condições de estresse (GARCIA et al., 2004).

Conforme Oliveira (2007) o teste de envelhecimento é considerado o mais adequado para determinar a evolução do processo de deterioração da semente durante o armazenamento, uma vez que, a semente é submetida á condições desfavoráveis de temperatura e umidade relativa do ar durante um período de tempo

pré-determinado e posteriormente avalia-se a sua capacidade de produzir plântulas normais em condições favoráveis.

Diversos estudos têm sido realizados empregando o teste de envelhecimento acelerado em sementes de espécies florestais nativas como, por exemplo, os trabalhos realizados por Araújo Neto (2001) com sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro), Gonçalves (2003) com sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba), Melo (2009) com sementes de *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. (ipê-verde), Bento et al. (2010) com sementes de *Erythrina velutina* WILLD. (mulungu), Flavio e Paula (2010) com sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. (tingui-preto). Ainda assim, pode-se considerar que para a maioria das espécies florestais, sobretudo nativas, a utilização do teste de envelhecimento acelerado ainda é restrito.

A falta de padrões estabelecidos para análise de sementes florestais impede que seus resultados sejam analisados para a fiscalização do comércio e a normatização da produção, bem como para beneficiamento, armazenamento e distribuição das sementes (BRUNING et al., 2011). Portanto, continuamente procura-se a elaboração e adequação de métodos mais precisos, rápidos e exequíveis para serem utilizados em análises de rotina, uma vez que, a padronização desses procedimentos permite comparações de resultados entre os diversos laboratórios de análise.

A espécie *Aegiphila sellowiana* Cham. é uma espécie arbórea que inclui-se na família Verbenaceae. É encontrada nas formações secundárias das florestas semidecídua e pluvial dos estados Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (LORENZI, 2008), além de haver registros de sua ocorrência natural na Bahia (ZAPPI et al., 2003), no Distrito Federal (PROENÇA et al., 2001), no Espírito Santo (LOPES et al., 2000), Goiás (IMAÑA-ENCINAS e PAULA, 1994), Mato Grosso (OLIVEIRA FILHO e MARTINS, 1986), Paraná (TAKEDA et al., 1998), Rio Grande do Sul (BACKES e NARDINO, 1998), Santa Catarina (KLEIN, 1969); caracteriza-se como uma espécie decídua, heliófita, pioneira, com crescimento rápido. Martins (2009) caracterizou a comunidade vegetal regenerante em duas áreas distintas e cita a *A. sellowiana* como uma espécie arbórea que consegue regenerar-se, apesar das condições adversas do ambiente; que apresenta ciclo de vida curto, mas

favorece a sucessão natural, quando bem manejada e conduzida, para dar melhores condições de sítio para espécies longevas.

Baseado no potencial da espécie *A. sellowiana* para recuperação de áreas degradadas nos ecossistemas onde ocorre, na importância do teste de envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes e também na escassez de informações quanto à aplicação desses testes para a espécie em estudo, objetivou-se avaliar o efeito do envelhecimento acelerado sobre o vigor e a viabilidade de sementes de *A. sellowiana* CHAM.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

A obtenção das sementes ocorreu entre os meses de fevereiro e abril de 2015 por meio da coleta, com auxílio de um podão, de frutos maduros (vermelhos) de tamanqueira em 13 árvores matrizes selecionadas visualmente de acordo com a sanidade física e com a boa produção de sementes, marcadas com GPS Garmim modelo GPSMap 64s. Realizou-se as coletas em áreas naturais, localizadas no município de São João Evangelista – Minas Gerais, especificamente às margens da Rua José Procópio de Oliveira, às margens da rodovia LMG 117 que interliga os municípios de Paulistas e São João Evangelista e também às margens da LMG 780, rodovia de ligação entre a MGC 259 (Virginópolis - MG) e a MGC 120 (São João Evangelista - MG) (Figura 1).

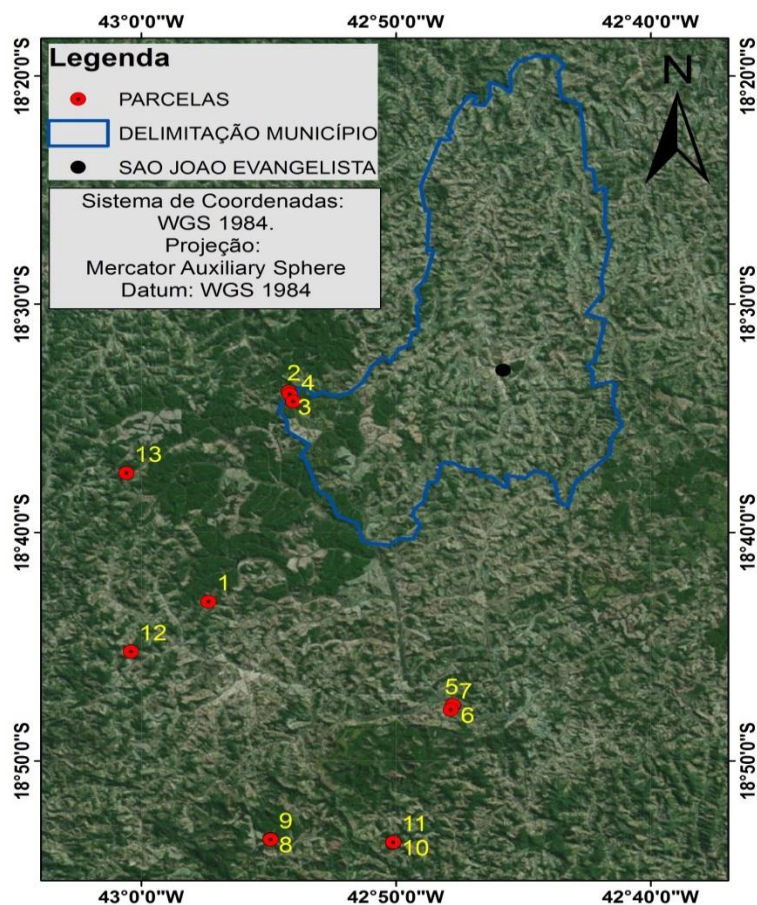


Figura 1 – Pontos de localização das árvores matrizes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. onde as sementes foram coletadas. Fonte: Autora.

O município de São João Evangelista está situado no Bioma Mata Atlântica, na região Centro-Nordeste de Minas Gerais, a 18°32'52" de latitude Sul e 42°45'48" de longitude Oeste. Apresenta clima tropical com chuvas de verão e verões rigorosos, do tipo Cwa pelo sistema de Koppen (AMBIENTEBRASIL, 2008). A temperatura mínima é de 15 °C, média de 20,1 °C e máxima de 26,1 °C por ano; a precipitação média anual gira em torno de 1081 mm, a altitude média é de 680 m e o relevo 60% montanhoso (PORTALSJEVANGELISTA, 2013).

Após a colheita, os frutos vermelhos foram extraídos manualmente das inflorescências, colocados em embalagem hermética (saco de plástico laminado com folha de alumínio), e então, transportados por via terrestre até o Laboratório de Tecnologia de Sementes e Biotecnologia do Centro de Referência em Biodiversidade e Recuperação de Áreas Degradadas da Universidade de Brasília – Câmpus Universitário Darcy Ribeiro (TECSBIO / CRAD-UnB) onde os frutos foram despolidos por fricção em peneira de alumínio, sob água corrente, e as sementes foram selecionadas para retirada das malformadas, secas ou com vestígios de ataque de herbívoros. As sementes provenientes de todas as árvores matrizes foram misturadas formando um único lote homogêneo, acondicionadas em sacos de papel Kraft e permaneceram sobre uma bancada do laboratório a temperatura ambiente (em média 25,6 °C e 45% de umidade relativa do ar) por dois dias; logo em seguida, iniciaram-se os testes.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES

2.2.1 Peso de mil sementes

A caracterização das sementes foi feita, inicialmente, determinando-se o peso de mil sementes, para o qual foram utilizadas oito sub amostras de 100 sementes que foram contadas e tiveram suas massas determinadas, conforme as instruções contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.2.2 Número de sementes por quilograma

O procedimento para avaliação do número de sementes por quilograma consistiu na pesagem das sementes em balança de precisão de 0,0001g e, em seguida, na contagem manual das sementes (BRASIL, 2009).

2.2.3 Teor de água das sementes

Obteve-se o teor de água das sementes pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas utilizando-se quatro repetições de 25 sementes colocadas em latas de alumínio. Os resultados foram expressos em porcentagem média, conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.3 TESTE DE EMBEBIÇÃO

Para o estudo da absorção de água pelas sementes de *A. sellowiana* foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes com tegumento e quatro repetições de 50 sementes sem tegumento, sendo que, o tegumento das sementes foi retirado manualmente com um estilete. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 15, sendo duas condições (com e sem tegumento) e 15 tempos de embebição. As sementes foram colocadas para embeber em copos plásticos contendo 150 ml de água destilada e mantidas em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* chamber (B.O.D.) com temperatura constante de 25 °C. Avaliou-se os períodos de embebição de 0; 3; 6; 9; 12; 24; 36; 48; 60; 72; 84; 96; 108; 120 e 132 horas.

Ao final de cada intervalo de tempo as sementes foram retiradas dos copos, colocadas sobre folhas de papel toalha para retirada do excesso de umidade externa, pesadas e em seguida colocadas novamente nos copos plásticos e na B.O.D.

Após 132 horas de realização do teste, o teor de água das sementes foi determinado conforme descrito no item 2.2 para conhecimento do grau de umidade final (BRASIL, 2009).

2.4 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

A realização desse teste ocorreu no TECSBIO / CRAD-UnB. Foram utilizadas caixas transparentes de plástico tipo “gerbox” (11 x 11 x 3 cm), com tampa, adaptadas como minicâmaras, dentro das quais foram colocados 40 mL de água destilada, para o controle da umidade relativa dentro das caixas. Acima da lâmina d’água, foi acondicionada uma tela de aço inox sustentada por quatro calços internos e as sementes foram distribuídas sem sobreposição, em camada única, sobre essa tela. As caixas foram tampadas e mantidas em B.O.D. com temperatura regulada e constante de 45 °C, umidade relativa no interior da câmara de 100% e fotoperíodo de 12 horas, fornecido por quatro lâmpadas fluorescentes (20W), durante 24, 48, 72 e 96 horas, além da testemunha (0 hora – sementes não envelhecidas). Adotou-se delineamento inteiramente casualizado para realização desse teste.

Imediatamente após o término de cada período de envelhecimento foi determinado o teor de água das sementes, como descrito no item 2.2.3, para avaliar se os procedimentos adotados foram uniformemente aplicados; e também realizados os testes de condutividade elétrica e de germinação. Além disso, as sementes que apresentaram desenvolvimento de fungos foram observadas com auxílio de um microscópio estereoscópico e conforme as características morfológicas de suas estruturas e informações disponíveis em literaturas identificaram-se os microrganismos presentes. Os resultados foram expressos em percentual.

2.5 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O padrão de lixiviação dos exsudatos foi avaliado através do teste de condutividade elétrica pelo método massal. As sementes de *A. sellowiana* foram colocadas para embeber em 75 mL de água destilada (condutividade elétrica de 2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e mantidas em câmara tipo B.O.D. a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após 24 horas foi medida a condutividade elétrica da solução com aparelho condutímetro marca PHTEK modelo CD-203, e os resultados determinados para cada repetição foram divididos pela massa relativa às 25 sementes e expressos em

$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tempo de envelhecimento acelerado (SANTOS e PAULA, 2005).

2.6 TESTE DE GERMINAÇÃO

Ao final de cada período de envelhecimento acelerado e ao término do tempo de realização do teste de condutividade elétrica foi conduzido o teste de germinação com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em delineamento inteiramente casualizado. As sementes foram distribuídas em caixas “gerbox” contendo em seu interior duas folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada, até o ponto de saturação, e colocadas para germinar em câmara de germinação B.O.D., utilizando-se a temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz.

O monitoramento foi feito diariamente por um período de 45 dias, sendo consideradas germinadas as sementes que, além da protrusão da radícula em pelo menos dois milímetros de comprimento, produziram parte aérea, ou seja, plântulas normais (critério tecnológico), de acordo com Labouriau (1983) e Brasil (1992).

De acordo com a quantidade de plântulas normais foi calculada a porcentagem de germinação (%G) através da fórmula:

$$\%G: \frac{\sum G \times 100}{100}$$

Onde:

%G: porcentagem de germinação;

$\sum G$: somatório do número de plântulas germinadas por tratamento;

100: número máximo possível de plântulas por tratamento.

Ao final do teste de germinação foram mensuradas e calculadas variáveis complementares para melhor conhecimento do efeito dos tratamentos aplicados.

2.6.1 Tempo Médio de Germinação

Para o cálculo do TMG adotou-se a fórmula proposta por Edmond; Drapala (1958), na qual TMG é o tempo médio de germinação, G1 até Gi é o número de sementes germinadas ocorrido a cada dia e T1 até Ti é o tempo de avaliação em dias.

$$\text{TMG: } \frac{G_1T_1 + G_2T_2 + \dots + G_iT_i}{G_1 + G_2 + \dots + G_i}$$

2.6.2 Índice de Velocidade de Germinação

Este índice foi determinado de acordo com a metodologia de Maguire (1962), em que, IVG = índice de velocidade de germinação, G1 até Gi = número de sementes germinadas ocorrido a cada dia e T1 até Ti = tempo de avaliação em dias.

$$\text{IVG: } \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_i}{T_i}$$

2.6.3 Comprimento e diâmetro médio das plântulas

Depois dos 45 dias do teste de germinação realizou-se a medição do comprimento total das plântulas, mensurado com régua milimétrica, e o resultado expresso em cm.plântula⁻¹.tratamento. Em seguida, a parte aérea e o sistema radicular foram separados por cisão na região do coleto, com auxílio de um estilete. Mediram-se o comprimento da parte aérea (H) e da raiz primária, e com paquímetro digital, o diâmetro do coleto (DC) das plântulas.

2.6.4 Massa da matéria verde das plântulas

Cada parte das plântulas normais (parte aérea e raiz), depois de medidas, foram pesadas em balança com precisão de 0,0001g, dessa forma, obteve-se a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca da raiz (MFR). A partir dos valores obtidos, calculou-se a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC). Os resultados médios foram expressos em gramas/plântula/tratamento.

2.6.5 Massa da matéria seca das plântulas

A parte aérea e a raiz das plântulas foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel Kraft previamente identificados.

O material referente a cada parte foi agrupado por repetição conforme o tratamento e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 ± 3 °C por um período de 48 horas. Após esse tempo, a pesagem do material seco, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR) foi realizada em balança com precisão de 0,0001 gramas. Obteve-se ainda, a massa seca total (MST) através da soma da MSPA com a MSR e a relação (MSPA/MSR).

O valor obtido em cada repetição/tratamento foi dividido pelo número de plântulas e os resultados expressos em grama/plântula/tratamento (NAKAGAWA, 1999).

2.6.6 Índice de qualidade de Dickson – IQD

De posse dos dados supracitados, o IQD foi determinado conforme (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960; citado por FONSECA et al., 2002), através da fórmula:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST(g)}}{\text{H(cm)} / \text{DC(cm)} + \text{MSPA(g)} / \text{MSR(g)}}$$

Onde:

IQD: Índice de qualidade de Dickson;

MST: massa seca total em gramas;

H: altura das mudas em centímetros;

DC: diâmetro do coleto das mudas em milímetros;

MSPA: massa seca da parte aérea em gramas;

MSR: massa seca radicular em gramas.

2.7 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Adotou-se delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 25 sementes por tratamento (unidade experimental), de acordo com o número de tratamentos aplicados em cada teste. Quando necessário os dados expressos em porcentagem foram transformados em “arc sen ($\sqrt{x/100}$)”, para atender à normalidade segundo Lilliefors e homogeneidade de variâncias por Cochran (BANZATTO e KRONKA, 2006; RIBEIRO JÚNIOR, 2012).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey, ambos a 1% de significância ($p < 0,01$). Realizou-se análise de regressão na qual os modelos lineares e quadráticos foram testados e aquele com maior coeficiente de determinação (R^2) foi selecionado. O software Genes (CRUZ, 2006) foi utilizado para as análises estatísticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO LOTE

Os resultados obtidos na caracterização do lote de sementes de *A. sellowiana* diferiram dos resultados apresentados por Biruel (2006) e Nascimento (2013) para essa espécie e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização do lote de sementes representada pelo teor de água, número de sementes por quilograma e peso de mil sementes de *Aegiphila sellowiana*.

| Teor de água (%) | Número de sementes/kg | Peso de mil sementes (g) |
|------------------|-----------------------|--------------------------|
| 12,324 | 31,377 | 31,976 |

As sementes de *A. sellowiana* foram classificadas como ortodoxas por Biruel (2006) que encontrou o valor de 8,97% para o grau de umidade das sementes, 3,33% a menos que o valor obtido no presente trabalho. Já o resultado apresentado por Nascimento (2013) para o grau de umidade das sementes dessa espécie foi de 14,7%, 2,4% a mais que o valor encontrado (12,3%).

Em relação ao número de sementes por quilograma, observou-se diferença de 5,465 sementes entre o valor de 31,38 sementes/kg e o estudo de Biruel (2006), que obteve 36,842 sementes/kg; diferença de 623 unidades a menos em relação ao estudo de Lorenzi (2008) e diferença de 1,683 sementes quando comparado com as 29,694 sementes/kg encontradas por Nascimento (2013).

Houve divergências nos resultados do peso de mil sementes. Para essa variável as amostras utilizadas para a representação do lote apresentaram valor médio igual a 31,9 gramas, enquanto Biruel (2006) obteve 27,9 gramas e Nascimento (2013) obteve 33,7 gramas, diferenças de 12,5% e 5,3%, respectivamente. Variações no peso das sementes ocorrem tanto dentro como entre as amostras e os lotes, causadas, principalmente, por fatores genéticos, de desenvolvimento e condições ambientais, de modo que o teor de água e a porcentagem de sementes puras no lote também refletem essas diferenças (SCHMIDT, 2007).

3.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA

Na Figura 2 observa-se o gráfico do comportamento das sementes com tegumento e sem tegumento durante o teste de embebição.

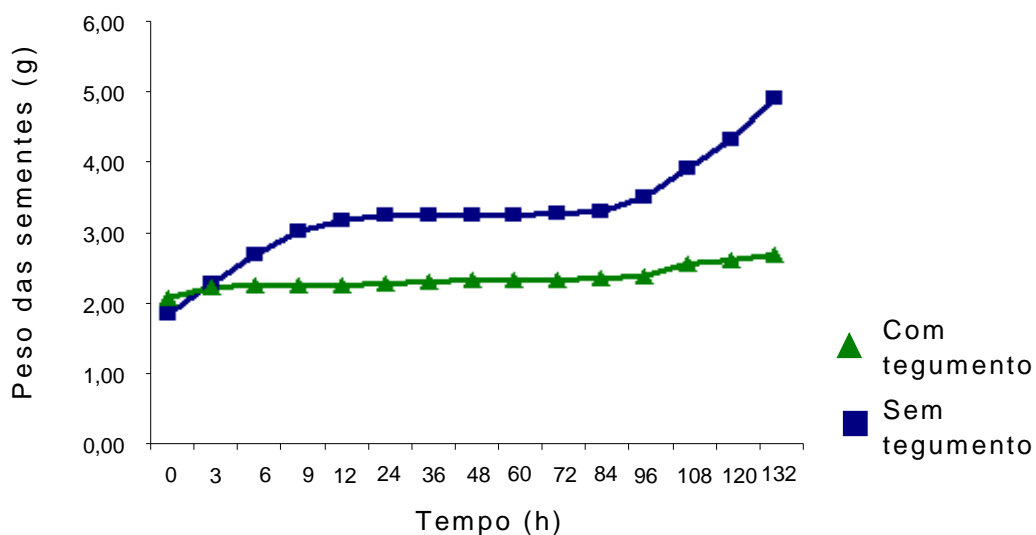


Figura 2 – Curva de embebição das sementes de *Aegiphila sellowiana* com e sem tegumento.
Fonte: Autora.

As três fases do processo de embebição pelas sementes formam a curva de absorção de água (MARCOS FILHO, 2005), e essa curva expressa a quantidade de água absorvida pelas sementes durante determinado período de tempo. A fase I, conhecida como embebição, é um processo físico que ocorre devido à diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. A absorção de água ocorre mesmo que a semente esteja inviável ou dormente, excluindo a impermeabilidade do tegumento à água. Na fase II ocorre intenso transporte das substâncias quebradas na fase I, do tecido de reserva para o tecido meristemático. Já na fase III, as substâncias que foram transportadas na segunda fase se reorganizam para a formação da parede celular, permitindo que o eixo embrionário se desenvolva (BEWLEY e BLACK, 1994).

As sementes de tamanqueira sem tegumento apresentaram o padrão trifásico do processo de embebição. A fase I durou 24 horas, sendo este o ponto de mudança para a fase II. Nessa primeira fase houve rápida absorção de água, a massa das sementes passou de 1,87 gramas para 3,29 gramas e o teor de água das

sementes passou de 11,5% para 40,5%. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) as sementes cotiledonares finalizam a fase I da embebição com teores de água entre 35 e 40%, quando a partir desses teores teria início a fase II.

Como pode ser observado na Figura 2, na fase II a embebição de água pelas sementes sem tegumento praticamente estabilizou e o acréscimo na massa das sementes foi de apenas 0,06 gramas (1,79%). Após a décima primeira leitura (84 horas) as sementes voltaram a absorver água intensamente; e, então, se iniciou a fase III do processo de embebição, caracterizada pelo crescimento visível do eixo embrionário, ao final da qual mais de 65% das sementes emitiram radícula. Houve aumento de 48,66% na massa das sementes nessa fase. O teor de água das sementes era de 11,5% antes do teste de embebição e após as 132 horas de avaliação as sementes apresentaram em média 60% de teor de água.

Smiderle; Lima; Paulino (2013) obtiveram curvas sigmóides de embebição para sementes de *Jatropha curcas* (pinhão manso) que também apresentaram o padrão trifásico de absorção de água. Para sementes pequenas e grandes de pinhão manso, as três fases fisiológicas foram semelhantes, com início da fase II após 32 horas de embebição, se estendendo até 116 horas, quando se iniciou a fase III.

Já para as sementes com tegumento, não se observou o padrão trifásico de embebição. Da primeira a décima segunda leitura (96 horas) as sementes praticamente não absorveram água e o incremento na massa das sementes foi de apenas 0,33 gramas ao final desse período. Entre a décima segunda e a décima quinta leitura (132 horas) observou-se um pequeno pico de absorção de água pelas sementes, entretanto, nenhuma delas apresentou protrusão radicular ao final do teste de embebição e o teor de água das sementes com tegumento que era de 12,3% passou para 32,7%. Portanto, as sementes absorveram pouca água que não foi suficiente para emitirem radícula, devido à impermeabilidade tegumentar.

Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Sousa; Ferreira; Caires (2013), trabalhando com sementes de *A. sellowiana*, que observaram que o processo de embebição das sementes parou na fase II. Lima et al. (2006) trabalharam com sementes de *Caesalpinia ferrea* recém-coletadas, e verificaram baixa germinação das sementes, em função do baixo ganho de água durante a embebição, demonstrando que as sementes apresentaram dormência tegumentar.

Segundo Câmara et al. (2008), o baixo percentual germinativo das sementes de *Libidibia ferrea* se deve provavelmente a um baixo ganho de água durante a embebição, uma vez que as sementes apresentam dormência tegumentar. Confirmando esse resultado Dantas et al. (2015) obtiveram baixa porcentagem de germinação para sementes de *L. ferrea* sem tratamento pré-germinativo e afirmam que isso se deve à impermeabilidade do tegumento à água.

3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA

Os resultados médios relativos ao teor de água inicial das sementes e os teores de água atingidos após cada tempo do teste de envelhecimento acelerado estão apresentados na Figura 3 e os resultados da incidência de fungos na Tabela 2.

Constatou-se a presença de fungos sobre as sementes de *A. sellowiana* a partir de 24 h de envelhecimento acelerado, sendo a maior incidência observada após 72 h; entretanto, o percentual de sementes com fungo não se diferiu entre os tempos 24, 48, 72 e 96 h (Tabela 2).

Em trabalho realizado por Biruel (2006), as sementes de *A. sellowiana* que permaneceram durante 12 h em câmara de envelhecimento precoce apresentaram fungos em seu envoltório. Guedes; Alves e Oliveira (2013) encontraram maior incidência de fungos em sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) nos tratamentos a partir de 48 horas de envelhecimento, quando retiradas da câmara de envelhecimento e, também, após a instalação do teste de germinação.

Os gêneros fúngicos observados foram: *Penicillium* sp. (48%), *Colletotrichum* sp. (24%) e *Nigrospora* sp. (28%), gêneros estes que quando transmitidos através das sementes podem causar danos nas plântulas (STRAPASSON; SANTOS; MEDEIROS, 2002); e, segundo Popinigis (1985), esses patógenos têm a capacidade de reduzir o poder germinativo da semente, bem como causar a morte do embrião.

O desempenho das sementes pós-envelhecimento não foi prejudicado pela atividade fúngica, uma vez que os fungos foram verificados apenas superficialmente e não se observou injúrias nas sementes. Ao contrário, Ferreira et al. (2004) também identificaram o gênero *Penicillium* sp., além de *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp.

em sementes de *Copaifera langsdorffii* e atribuem a redução da qualidade fisiológica das sementes à presença dos fungos nos tratamentos a partir de 48 horas de envelhecimento.

Tabela 2 – Teor de água (T.A.) e incidência de fungos (I.F.) de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. antes e após o teste de envelhecimento acelerado a 45 °C.

| Variáveis | Tempos de E.A. | | | | |
|-----------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 |
| I.F. (%) | 0,0 b | 19,0 a | 24,0 a | 31,0 a | 33,0 a |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

No início do teste o teor de água das sementes era 12,3% (base úmida), portanto, uma vez que, segundo recomendação de Marcos Filho (1999) para a realização do teste de envelhecimento acelerado o teor de água inicial das sementes deve estar entre 11 e 13%, essa variável se encontrava dentro da faixa indicada.

Como pode ser observado na Figura 3, á temperatura de 45 °C, no período de zero hora de envelhecimento, as sementes apresentaram teor de água de 12,3%; após 24 horas esse teor aumentou passando para 13,5%; com 48 horas de exposição esse valor foi para 14,3%; 15,2% às 72 horas de teste, chegando a 15,9% de água ao final de 96 horas de exposição ao envelhecimento acelerado.

Pela Figura 3 é possível observar que as sementes de *A. sellowiana* apresentaram um padrão bem definido de absorção de água no decorrer do teste de envelhecimento, com pequena oscilação entre 0 e 96 horas, sendo que partir de 72 h houve uma tendência de estabilização desse teor e o incremento total de água foi de 3,6%. Os valores obtidos demonstram maior consistência dos resultados e também que o teste foi conduzido em condições uniformes, de acordo com Marcos Filho (1999), segundo o qual variações de 3 a 4% entre as amostras são aceitáveis, sem influência nos resultados. Valores oscilando para mais ou para menos sugerem sementes com maior ou menor grau de deterioração (KRZYZANOWSKI et al., 1991).

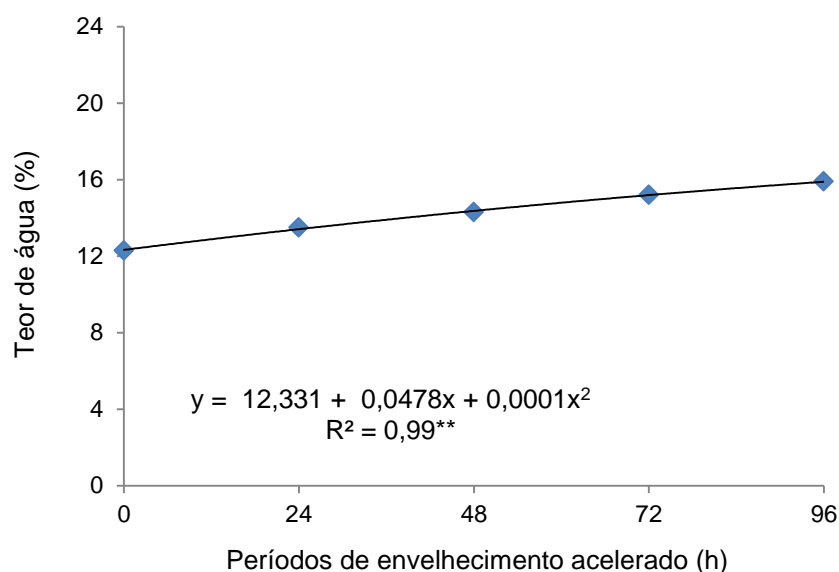


Figura 3 – Teor de água de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. antes e após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45 °C por diferentes períodos.
Fonte: Autora.

Guedes et al. (2011) afirmam que em todas as avaliações realizadas ao final do teste de envelhecimento acelerado não se verificou variações acentuadas do teor de água das sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Em contrapartida, em trabalho realizado por Nakagawa et al. (2001), com sementes de *Eucalyptus grandis* submetidas ao envelhecimento acelerado a 45 °C por 32 h, e por Flávio e Paula (2010), com sementes de *Dictyoloma vandelianum* A. Juss. submetidas a 45 °C por 120 h, os autores constataram que não houve um padrão bem definido do teor de água das sementes.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), incrementos nos teores de água favorecem a elevação da temperatura da semente, em decorrência dos processos respiratórios e da maior atividade de microorganismos. O aumento no tempo de exposição ao envelhecimento acelerado proporcionou pequena elevação no teor de umidade nas sementes, e, mesmo aliada à temperatura elevada (45 °C) imposta pelo teste de envelhecimento, não ocasionou um processo de deterioração acelerado nas sementes de *A. sellowiana*.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da avaliação, através do teste de germinação, da qualidade fisiológica das sementes de *A. sellowiana* antes e após o teste de envelhecimento acelerado. Não foram observadas diferenças

significativas entre os tempos de 24, 48, 72 e 96 horas e a porcentagem de germinação (G%) das sementes expostas a esses períodos foi superior ao tratamento controle, ou seja, para as sementes não submetidas ao envelhecimento (0 h) a porcentagem de germinação foi de 25% e esse valor foi significativamente inferior aos valores obtidos nos outros períodos.

Tabela 3 – Porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. antes e após o teste de envelhecimento acelerado.

| Variáveis | Tempos de E.A. | | | | | Média | C.V. (%) |
|-----------|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | | |
| G. (%) | 25,0 b | 47,0 a | 56,0 a | 68,0 a | 72,0 a | 53,6 | 18.27 |
| IVG | 1,2 a | 1,6 a | 2,2 a | 2,8 a | 3,5 a | 2,3 | 9.87 |
| TMG | 3,3 a | 2,4 a | 2,1 a | 1,6 a | 0,9 a | 2,1 | 23.06 |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade. E.A.: envelhecimento acelerado. (C.V.%): coeficiente de variação.

Diante dos resultados da Tabela 3 é possível afirmar que as sementes do lote utilizado apresentaram vigor suficiente para não deteriorarem mesmo quando submetidas às condições de estresse aplicadas por até 96 horas, uma vez que a temperatura de 45 °C e a umidade relativa de 100% não foram prejudiciais ao processo germinativo. Em nenhum dos tempos avaliados observou-se inibição total da germinação. É possível afirmar que um aumento do tempo de exposição ao teste de envelhecimento acelerado provavelmente favoreceu a superação da dormência tegumentar apresentada pelas sementes.

Em todo o experimento o coeficiente de variação experimental oscilou entre 9,87 e 23,06%. Santos e Paula (2007) encontraram um coeficiente de variação de 24% ao estudar a germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana*.

Ao submeter a mesma espécie (*A. sellowiana*) ao envelhecimento acelerado por até 48 horas, Biruel (2006) constatou um aumento na porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes envelhecidas por 6 e 12 h sob temperatura de 45 °C; todavia, para os períodos de 24 e 48 h na câmara de envelhecimento precoce, houve um decréscimo na porcentagem de emergência, indicando que as sementes apresentaram redução na viabilidade e no vigor. Isso pode ser explicado em função das diferenças nas condições das matrizes das quais as sementes foram coletadas.

Baldo (2012) comparou diferentes procedências de sementes de *Cedrela fissilis* Vellozo através do teste de envelhecimento realizado a 45 °C por 48 h e para algumas procedências como a de Assis-SP e Mogi Guaçu-SP; o envelhecimento acelerado não acarretou diminuição na porcentagem de germinação ou de plântulas normais em relação às sementes não envelhecidas. Já Guedes et al. (2011) observaram um decréscimo significativo no percentual de germinação à medida que as sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All foram envelhecidas a 45 °C por até 96 horas; no entanto, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 41°C, não foram observadas diferenças significativas no tempo de 24 horas, em relação ao controle (0 hora), mas estes foram superiores aos demais, indicando haver uma redução drástica da qualidade fisiológica das sementes a partir de 48 horas de envelhecimento.

A redução na viabilidade das sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze foi verificada com o aumento do tempo de permanência destas na câmara de envelhecimento a temperatura de 41 °C, tornando-se mais evidente a partir do tempo de exposição de 48 horas de envelhecimento, quando se registrou redução da porcentagem de germinação, indicando uma perda da qualidade fisiológica das sementes (GUEDES; ALVES; OLIVEIRA, 2013).

No que se refere ao índice de velocidade de germinação (IVG), um pequeno aumento dos valores pode ser observado ao decorrer dos períodos de envelhecimento, demonstrando que as sementes germinaram mais rápido à medida que foram envelhecidas. O maior IVG é uma consequência da maior porcentagem de germinação das sementes e do menor tempo médio de germinação (TMG) também observados ao longo do teste, uma vez que o TMG é inversamente proporcional ao IVG (Tabela 3).

Como mencionado por Carvalho e Nakagawa (2000), sementes de vigor alto geralmente germinam mais rapidamente. No campo a velocidade de emergência das plântulas é proporcional ao vigor das sementes e, as que germinam rapidamente apresentam maiores porcentagens de plântulas normais e são consideradas as mais vigorosas (PEREZ e NASSIF, 1998).

Biruel (2006) notou um aumento discreto da velocidade de emergência de sementes de *A. sellowiana* CHAM. a partir de 12 horas de envelhecimento acelerado. O envelhecimento acelerado empregado nas sementes de

Stryphnodendron adstringens interferiu na qualidade fisiológica das sementes. À medida que se aumentou o tempo de exposição ao teste de envelhecimento acelerado a porcentagem de germinação das sementes reduziu e conseqüentemente o vigor das sementes diminuiu, representado pelo valores obtidos no índice de velocidade de germinação (RAMOS, 2015).

Assim como observado para a G%, o IVG e o TMG, o efeito do envelhecimento acelerado sobre o desenvolvimento das plântulas, de modo geral, foi discreto, pois todas as variáveis morfológicas analisadas apresentaram comportamento semelhante na medida em que as sementes permaneceram na câmara de envelhecimento (Tabela 4).

Apenas para o número de folhas e para o comprimento da raiz (CR) observou-se um decréscimo quando as sementes foram submetidas ao teste por 48 h; entretanto, os valores obtidos não diferiram dos demais.

Para a correta avaliação da qualidade de sementes, é importante que os resultados de crescimento de plântulas sejam relacionados aos de porcentagem de germinação, pois há situações em que o lote apresenta alta porcentagem de germinação e baixo valor de desempenho médio de plântula, como também o contrário (NAKAGAWA, 1999).

Tabela 4 – Número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (H), relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) e comprimento da raiz (CR) de plântulas de *Aegiphila sellowiana* CHAM. originadas a partir de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45 °C por diferentes períodos.

| Variáveis | Tempos de E.A. | | | | | Média | C.V.% |
|-----------|----------------|--------|--------|---------|---------|-------|-------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | | |
| NF | 4,00 a | 4,00 a | 2,00 b | 5,00 a | 5,00 a | 4,2 | 18.13 |
| DC | 1,28 a | 1,28 a | 1,44 a | 1,46 a | 1,50 a | 1,4 | 17.62 |
| H | 4,14 a | 4,54 a | 5,90 a | 6,13 a | 6,34 a | 5,4 | 19.44 |
| H/DC | 3,23 a | 3,55 a | 4,10 a | 4,20 a | 4,23 a | 3,9 | 18.78 |
| CR | 8,23 a | 8,11 a | 6,41 b | 10,03 a | 10,43 a | 8,8 | 17.95 |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade. E.A.: envelhecimento acelerado. (C.V.%): coeficiente de variação.

Os valores do diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (H), e relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) foram estatisticamente iguais nos tempos adotados, tendo aumentado discretamente entre

zero e 96 h. Os coeficientes de variação obtidos podem ser considerados excelentes, tendo variado entre 17, 62 e 19,44%.

Trabalhando com sementes de *A. sellowiana*, Biruel (2006) encontrou resultados semelhantes aos deste trabalho e afirma que as sementes expostas à temperatura de 45 °C durante 48 h produziram plântulas com maior desenvolvimento da parte aérea e raiz.

Segundo Larcher (2006), uma padronização na proporção razão raiz/parte aérea pode ser explicada por um sistema que regula a morfogênese dos órgãos e assegura o suprimento de substâncias minerais e um balanço hídrico favorável, efetivado pelos sinais hormonais provenientes das raízes, que percebem as variações ocorridas no ambiente circunvizinho.

Para as variáveis massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), além da relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular (MSPA/MSR) notou-se um incremento nos valores ao passar do tempo de envelhecimento (Tabela 5).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), plântulas provenientes de sementes mais vigorosas apresentam maior peso, em razão do maior acúmulo de massa seca, e no presente trabalho esta afirmação foi confirmada.

Tabela 5 – Massa fresca da parte da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular (MSPA/MSR) de plântulas de *Aegiphila sellowiana* CHAM. originadas a partir de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45 °C por diferentes períodos.

| Variáveis | Tempos de E.A. | | | | | Média | (C.V.%) |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | | |
| MFPA | 1,239 a | 1,552 a | 1,884 a | 2,018 a | 2,133 a | 1,765 | 23.12 |
| MFR | 0,427 a | 0,489 a | 0,532 a | 0,559 a | 0,602 a | 0,522 | 17.45 |
| MSPA | 0,983 a | 1,176 a | 1,365 a | 1,382 a | 1,492 a | 1,280 | 9.47 |
| MSR | 0,353 a | 0,379 a | 0,394 a | 0,397 a | 0,421 a | 0,389 | 22.39 |
| MST | 1,336 a | 1,555 a | 1,759 a | 1,779 a | 1,913 a | 1,668 | 10.94 |
| MSPA/MSR | 2,785 a | 3,103 a | 3,464 a | 3,481 a | 3,543 a | 3,275 | 25.30 |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade. E.A.: envelhecimento acelerado. (C.V.%): coeficiente de variação.

Com relação à incorporação de matéria seca, Biruel (2006) encontrou valores mais elevados em plântulas originadas de sementes que permaneceram durante 6 e 12 h na câmara de envelhecimento precoce, não diferindo do grupo controle. Houve diminuição da massa seca das plântulas apenas para aquelas originadas de sementes que permaneceram durante 48 h sob temperatura de 45 °C e 100% UR.

Sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg foram submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 °C por 0, 24, 48, 72 e 96 horas e para os comprimentos e as massas fresca e seca da parte aérea e da raiz das plântulas, à exceção da massa fresca da raiz, verificou-se decréscimo significativo à medida que aumentava o tempo de permanência na câmara de envelhecimento (PINHO; BORGES; PONTES, 2010).

Corroborando com os resultados obtidos para as demais variáveis avaliadas, o índice de qualidade de Dickson (IQD) calculado para as plântulas aumentou no decorrer dos períodos de envelhecimento acelerado, como pode ser visualizado na Figura 4.

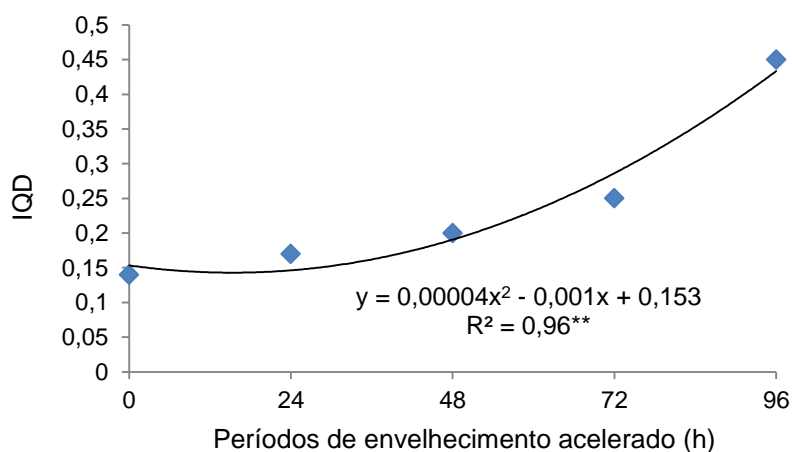


Figura 4 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) de plântulas de *Aegiphila sellowiana* CHAM. originadas a partir de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45 °C por diferentes períodos. Fonte: Autora.

Quanto aos valores de condutividade elétrica (C.E. $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) da solução de embebição de sementes de *A. sellowiana* expostas ao envelhecimento a 45 °C, não houve diferença significativa entre os diversos períodos adotados. Isso provavelmente se deve ao fato de que não houve comprometimento da integridade

das membranas, mas sim que a dormência tegumentar foi superada ao longo dos tempos de exposição ao teste de envelhecimento acelerado.

À medida que as sementes de *A. sellowiana* foram envelhecidas, percebe-se que não foram desencadeados ou ocorreram em níveis baixos as alterações degenerativas no metabolismo das sementes (desnaturação de proteínas; redução nos teores de carboidratos totais, carboidratos solúveis e de proteínas; desestabilização da atividade enzimática e da síntese de RNA), como determinado pelos resultados obtidos para o teste de condutividade elétrica, através do qual se detectou uma pequena quantidade de lixiviados pelas sementes.

Para sementes de *A. sellowiana* envelhecidas esses resultados indicam que valores entre 7,99 e 9,67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (Figura 5) referem-se às sementes viáveis e que o teste de condutividade elétrica se relacionou de forma consistente com o teste de germinação, pois levou à identificação de sementes com maior integridade e organização do sistema de membranas, e, portanto, com melhor qualidade.

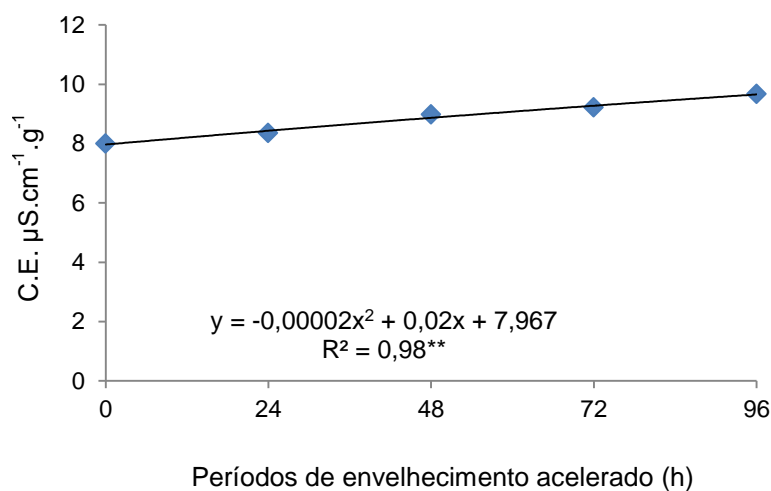


Figura 5 – Condutividade elétrica (C.E. $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) da solução de embebição de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. antes e após o teste de envelhecimento acelerado.
Fonte: Autora.

Pelas características avaliadas observa-se que as condições estressantes impostas pelo teste de envelhecimento não promoveram um consumo exagerado das reservas pelas sementes de *A. sellowiana*, ao contrário do que aconteceu para as sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All., conforme apresentado por Guedes et al. (2011).

Sementes mais vigorosas possuem a capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, enquanto as com baixo vigor mostram baixa viabilidade (GARCIA et al., 2004).

Como as sementes absorveram água durante os tempos de envelhecimento acelerado é possível afirmar que a temperatura e a umidade elevadas inerentes ao teste proporcionaram a ativação do metabolismo e o aumento da permeabilidade do tegumento, estimulando e acelerando o processo de germinação.

As diferenças encontradas entre as respostas das sementes utilizadas neste trabalho e as sementes utilizadas por Biruel (2006) podem ser atribuídas, principalmente, à diferença no vigor dos lotes de semente em função de fatores genéticos e, ou ambientais, mas também a razões apresentadas pela própria autora como: a adoção de diferentes métodos para estudar a deterioração e o fato de que a deterioração é influenciada por fatores biológicos que envolvem a interação com microrganismos.

Em geral, para diversas espécies, o aumento na temperatura de envelhecimento tem promovido maiores danos às sementes do que o aumento no período de envelhecimento em temperaturas mais baixas (MARCOS FILHO, 1999). Assim, sugere-se que o teste de envelhecimento acelerado para as sementes de *A. sellowiana* seja conduzido testando temperaturas e períodos superiores às condições utilizadas no presente trabalho.

4. CONCLUSÃO

O tegumento das sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. é um fator de restrição à absorção de água, representando dormência tegumentar.

A viabilidade e o vigor das sementes de *A. sellowiana* não foram afetados pelo aumento do tempo de sua permanência na câmara de envelhecimento.

O período de 96 horas de envelhecimento acelerado sob temperatura de 45 °C não se mostrou adequado para a condução do teste, pois não foi capaz de provocar declínio no vigor e na viabilidade das sementes e, conseqüentemente, não comprometeu o poder germinativo das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTE BRASIL. **Clima 2008**. Disponível em:
<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/clima.html>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2015.

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93 p.

ARAÚJO NETO, J. C. **Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC**. 2001. 199 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BACKES, A.; NARDINO, M. **Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Ed. Da UNISINOS, 1998. 202 p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BARBEDO, C. J. **Influência da idade e do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.)**. 1990. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia\Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1990.

BENTO, S. R. S. O. et al. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 111-117, jun. 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BIRUEL, R. P. **Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphya sellowiana* CHAM**. 2006. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D; BORGES, R. C. G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 56-62, fev. 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRUNING, F. O.; LÚCIO, A. D.; MUNIZ, M. F. B. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil sementes em análises de sementes florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 193-202, jun. 2011.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.

CÂMARA, F. A. A. et al. Biometria de frutos e sementes e superação de dormência de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (leguminosae - caesalpinoideae). **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 172-178, out./dez. 2008.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

COPERLAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1999. 409 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes – Estatística Experimental e Matrizes**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.

DANTAS, J. M. et al. Quebra de dormência em sementes de *Libidibia ferrea* Martius. **Blucher Chemistry Proceedings**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 683-689, nov. 2015.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 11-82.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts**, p. 40, 1965.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicles**, v. 36, p. 10-13, 1960.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, n. 2, p. 428-434, 1958.

FERREIRA, G. et al. Curva de absorção de água em sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.) cv. gefner. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 121-124, abr. 2006.

FERREIRA, R. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 82-86, jan./jun. 2004.

FLÁVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. de. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 12, p. 515-523, set. 2002.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 487-494, ago. 2003.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor.** 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 378-385, mar./abr. 2013.

GUEDES, R. S. et al. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 443-450, abr./jun. 2011.

IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. de. Fitosociologia de la regeneración natural de um bosque de galeria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 355-362, 1994.

ISTA – International Seed Testing Association. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Zurich: Switzerland, 1995. 117 p.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, Florianópolis, v. 1, n. 3, p. 3-93, jan. 1969.

KRYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, ago. 1991.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (leguminosae, caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LOPES, J. C. et al. Levantamento florístico e fitossociológico dos remanescentes de Mata Atlântica no Parque Nacional do Caparaó – Ibitirama – ES. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000, p. 325-326.

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

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

_____. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.

_____. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 234-341.

MARTINS, A. M. **O processo de regeneração natural e a restauração de ecossistemas em antigas áreas de produção florestal**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MEDEIROS, A. C. S. **Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 12 p. (Circular Técnica, 55).

MELO, P. R. B. de. **Qualidade fisiológica e armazenamento de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.)**. 2009. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

NAKAGAWA, J. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 20, n. 60, p. 99-108, mar. 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NASCIMENTO, P. do. **Coloração do fruto, tratamentos pré-germinativos e sua relação com a germinação e qualidade de mudas de *Aegiphila sellowiana* CHAM.** 2013. 60 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

OLIVEIRA FILHO, A. T. de; MARTINS, F. R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 207-223, out. 1986.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**. Curitiba: Imprensa Universitária, 2007. 185 p.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, 2012. 404 p.

PAIVA, A. S. et al. Qualidade de sementes de macrotiloma (*Macrotyloma axilare*) CV. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 130-136, set. 2008.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NASSIF, S. M. L. Efeito do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substrato na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 12, p. 255-264, fev. 1998.

PINHO, D. S.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 425-434, mar. 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

PORTALSJEVANGELISTA. 2013. Disponível em: <<http://www.portalsjevangelista.com.br/historia.asp#>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

PROENÇA, C. E. B. et al. Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. In: CAVALCANTI, T. B.; RAMOS, A. E. **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. v. 1, p. 89-359.

RAMOS, K. M. O. **Caracterização da qualidade fisiológica e otimização do processo de ozonização em sementes de leguminosas arbóreas do cerrado**. 2015. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Métodos estatísticos aplicados à melhoria da qualidade**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 385 p.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 136-145, dez. 2005.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.

SCHMIDT, L. **Tropical forest seed**. New York: Springer, 2007. 409 p.

SILVA, M. A. D.; SILVA, W. R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 599-608, fev. 2000.

SMIDERLE, O. J.; LIMA, J. M. E.; PAULINO, P. P. S. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. com dois tamanhos. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 203-208, mai./ago. 2013.

SOUSA, D. J. de.; FERREIRA, J. C. B.; CAIRES, R. L. P. F. de. **Germinação e qualidade de mudas de *Aegiphila sellowiana* CHAM. em diferentes substratos**. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Silvicultura) – Instituto Federal de Minas Gerais – Câmpus São João Evangelista, São João Evangelista, 2013.

STRAPASSON, M.; SANTOS, A. F.; MEDEIROS, A. C. S. Fungos associados às sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45, p. 131-135, jul./dez. 2002.

TAKEDA, I. J. M. et al. Estrato arbóreo de floresta ombrófila mista ciliar da Fazenda Trevo, Município de Jaguariaíva, PR. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49, 1998, Salvador. **Resumos**. Salvador: Universidade Federal da Bahia: Instituto de Biologia, 1998. p. 399-400.

VERSLUES, P. E. et al. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, Spain, v. 45, n. 4, p. 523-539, 2006.

ZAPPI, D. C. et al. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 345-398, 2003.

CAPÍTULO 2

**INFLUÊNCIA DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA E NA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES DE
Aegiphila sellowiana CHAM.**

RESUMO – Dentre os aspectos a serem investigados na análise de sementes merecem destaque, a dormência caracterizada como um fenômeno complexo e com múltiplos mecanismos envolvidos, e também a qualidade sanitária visto que a presença de patógenos, em especial dos fungos, pode influenciar o poder germinativo das sementes. Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da água ozonizada na superação da dormência e no controle de fungos em sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM., bem como avaliar se este tratamento afeta a qualidade fisiológica das sementes dessa espécie. As sementes foram coletadas diretamente de 13 árvores matrizes. A superação da dormência foi avaliada através da imersão das sementes em água destilada na presença de gás ozônio, empregando-se duas concentrações de ozônio, 9 m. L⁻¹ e 17 m. L⁻¹, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L. min⁻¹, e quatro períodos de exposição, 30; 60; 90 e 120 minutos, compondo um fatorial 2 (concentrações) x 4 (períodos de exposição), totalizando 8 tratamentos mais a testemunha. Na análise da sanidade as sementes foram submetidas a quatro tratamentos distintos sendo: T1 – Sementes não tratadas (testemunha); T2 – imersão em álcool 50% por um minuto, seguida da imersão em hipoclorito de sódio 1% por um minuto; T3 – imersão em mix de óleos composto por óleos naturais de eucalipto, andiroba, bálsamo do Canadá, copaíba e cedro; T4 – imersão em água destilada na presença de gás ozônio na concentração de 17 m. L⁻¹ por 30 minutos. Na superação da dormência os dois fatores (concentração e período de exposição) apresentaram diferença significativa no teste de germinação, ou seja, tanto o fator concentrações de ozônio como o fator tempos de ozonização aplicados influenciaram a germinação e o vigor das sementes de *A. sellowiana*. Além de proporcionar a superação da dormência, percebeu-se que o ozônio permitiu excelente controle dos fungos que acometem as sementes de tamanqueira. A concentração de 17 m. L⁻¹ e o tempo de exposição de 30 minutos são os mais indicados para superar a dormência imposta pelo tegumento das sementes de *A. sellowiana* e também para melhorar a qualidade sanitária dessas.

Palavras-chaves: fungos; tamanqueira; ozônio

ABSTRACT – Among the issues to be investigated in seed analysis worth mentioning, numbness characterized as a complex and multiple mechanisms involved phenomenon, and also the sanitary quality since the presence of pathogens, especially fungi, can influence the germination of seeds. Based on the above, the objective of this study was to evaluate the effect of ozonated water in break dormancy and fungi control in *Aegiphila sellowiana* seeds, and to assess whether this treatment affects the physiological quality of this species. The seeds were collected directly from 13 mother trees. The break dormancy was assessed by soaking the seeds in distilled water in the presence of ozone gas, using two ozone concentrations, 9 m. L⁻¹ and 17 m. L⁻¹, temperature 25 ° C and flow rate of 1.0 L min⁻¹, and four periods of exposure, 30; 60; 90 and 120 minutes, composing a factor 2 (concentrations) x 4 (exposure period), totaling eight treatments over the witness. In the analysis of sanity seeds were subjected to four different treatments: T1 - untreated seeds (control); T2 - immersion in 50% ethanol for one minute followed by immersion in 1% sodium hypochlorite for one minute; T3 - immersion in oils mix composed of natural oils of eucalyptus, andiroba, Canada balsam, copal and cedar; T4 - immersion in distilled water in the presence of ozone gas at a concentration of 17 m. L⁻¹ for 30 minutes. To overcome the dormancy the two factors (concentration and exposure period) showed significant differences in germination test, ie both factor ozone concentrations as applied factor ozonation times influenced the germination and seed vigor of *A. sellowiana*. In addition to providing breaking dormancy, it was noticed that the ozone allowed excellent control of fungi that affect the tamanqueira seeds. The concentration of 17 m. L⁻¹ and 30 minutes exposure time are best suited to overcome dormancy imposed by the husk of the seeds of *A. sellowiana* and also to improve the health quality of these.

Keywords: dormancy, fungi, tamanqueira.

1. INTRODUÇÃO

As espécies florestais nativas possuem grande potencial para uso comercial e ambiental; entretanto, há a necessidade de que mais pesquisas sejam realizadas visando a maximização dos benefícios advindos e também a utilização dessas espécies de maneira sustentável.

Dessa forma, a intensificação do uso de espécies florestais nativas que vem ocorrendo no Brasil nas últimas décadas impõe a demanda por estudos sobre as características morfológicas e fisiológicas das sementes, com finalidade de fornecer subsídios para sua propagação, cujos objetivos seriam tanto a preservação quanto o uso dessas espécies com os mais variados interesses.

Dentre os aspectos a serem investigados, a dormência merece destaque entre as particularidades das sementes florestais. Embora conhecido há muito tempo, o fenômeno da dormência em sementes ainda desafia os pesquisadores pela sua complexidade e múltiplos mecanismos envolvidos. Sistemas mais atuais de classificação de dormência sistematizam os conhecimentos até agora adquiridos, criando uma linguagem comum entre os pesquisadores e construindo uma base conceitual que os auxilie na correta interpretação dos resultados, permitindo ainda uma melhor contextualização de suas pesquisas nos aspectos gerais da dormência em sementes (CARDOSO, 2009).

Labouriau (1983) destaca que o conhecimento de dormência é muito antiga, vindo desde quando o homem percebeu que certas sementes recém-colhidas e aparentemente maduras e viáveis não germinavam quando plantadas.

Segundo Hilhorst (2007), o termo dormência refere-se a um estado de uma planta inteira ou órgão desta, que é caracterizado por uma interrupção temporária no crescimento e desenvolvimento. É uma característica que provavelmente foi adquirida durante a evolução pela seleção natural através da capacidade de sobreviver em ambientes adversos, tais como calor, frio ou seca. A dormência de sementes pode ser definida ainda como um fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo estando viáveis e mantidas em condições ambientais favoráveis, não germinam (DAVIDE e SILVA, 2008; GOUDEL; SHIBATA; COELHO 2013).

Existem diversas causas de dormência em sementes viáveis. Algumas sementes apresentam-se com restrições físicas ou mecânicas devido ao tegumento ou ao endocarpo lenhoso, que impedem o crescimento, expansão do embrião e da raiz e ainda impedem a embebição de água pelas sementes durante o processo de germinação. Outras sementes têm no embrião o local de sua dormência, pois os embriões encontram-se morfológicamente completos, porém, não germinam devido à imaturidade fisiológica. Há ainda a dormência devido à presença de substâncias promotoras e inibidoras (MEDEIROS, 2001). As sementes de algumas espécies florestais apresentam mais de uma causa de dormência, por exemplo, além do tegumento impermeável, o embrião encontra-se imaturo.

A dormência é um dos fenômenos menos compreendidos da biologia das sementes. O tegumento impermeável à água e gases é o principal modulador na interação entre os tecidos internos da semente e o meio ambiente e é classificado como dormência exógena-física (HILHORST, 2007).

Outro aspecto fundamental no que se refere à tecnologia de sementes é a qualidade sanitária visto que a presença de patógenos, em especial dos fungos, pode reduzir a capacidade germinativa de um lote de sementes e apresentar problemas na interpretação dos resultados dos testes de germinação conduzidos em condições de laboratório ou de campo (SANTOS; PARISI; MENTEN, 2011). Sendo assim, lotes de sementes podem ser inadequadamente descartados quando a baixa germinabilidade das sementes estiver associada com a contaminação de patógenos.

A busca pela obtenção de sementes isentas de fitopatógenos é uma estratégia para o estabelecimento de plantios florestais.

O tratamento de sementes, eliminando os patógenos ou protegendo-as contra a ação de microrganismos do ambiente (solo ou armazenamento), tem grande importância no desenvolvimento de plantas vigorosas e saudáveis (MENTEN, 1991). No Brasil não existem produtos registrados para o tratamento de sementes de espécies florestais e nem resultados de pesquisas que respaldem esta prática.

Destaca-se que atualmente a crescente preocupação com o meio ambiente e com a segurança durante a manipulação de sementes tratadas tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem que a qualidade das sementes seja comprometida. O uso indiscriminado dos produtos químicos empregados no tratamento de sementes (especialmente de culturas

agrícolas) além de contaminar o meio ambiente acarretando riscos para a sociedade tem provocado falhas de controle decorrente do surgimento de microrganismos resistentes. O uso de óleos essenciais na agricultura ainda requer muitos estudos, mas são reflexo da preocupação ambiental e com a saúde pública e seu emprego no tratamento de sementes surge como alternativa ao uso de produtos químicos (GONÇALVES; MATTOS; MORAIS, 2009).

Dentro desse contexto, o uso do ozônio vem sendo testado como potencial para o tratamento sanitário e a superação da dormência de sementes, dentro do contexto de que, de acordo com Juliatti (2010), a evolução da qualidade na semente deve ser acompanhada por novas e mais avançadas tecnologias em proteção de sementes através de ingredientes ativos que contemplem ao máximo a proteção em relação a fatores bióticos e abióticos como pragas, doenças, estresse hídrico gerando o mínimo de impacto ao meio ambiente.

O ozônio (O₃), além de ser um poderoso agente oxidante, é um poderoso desinfetante (KEELS et al. 2001; MENDEZ et al., 2003; GUZEL-SEYDIM; GREENEB; SEYDIMA 2004) que pode ser gerado no local, através de um processo de descarga elétrica (KIM; YOUSEF; DAVE, 1999), sendo capaz de participar de um grande número de reações com compostos orgânicos e inorgânicos (KUNZ, 2002; ALMEIDA et al., 2004).

Segundo Kells et al. (2001) e Mendez et al. (2003) a utilização do ozônio se torna atraente no controle de insetos e fungos em grãos armazenados, pelo fato de descartar a necessidade de manipulação, armazenamento ou eliminação dos recipientes de produtos químicos e, ainda, em virtude de possuir uma meia vida curta e de seu produto de degradação ser o oxigênio.

Uma vez que comercialmente a espécie *Aegiphila sellowiana* CHAM. é propagada por meio de mudas oriundas de sementes e baseado, principalmente, na necessidade de estudos destinados à tecnologia de sementes dessa espécie, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da água ozonizada na superação da dormência e no controle de fungos em sementes da referida espécie, bem como avaliar se este tratamento afeta a qualidade fisiológica da mesma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

As sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. obtidas por meio da coleta, com auxílio de um podão, de frutos vermelhos (maduros) em 13 árvores matrizes selecionadas visualmente de acordo com a sanidade física e com a boa produção de sementes. Realizou-se as coletas em áreas naturais, localizadas no município de São João Evangelista – Minas Gerais, especificamente às margens da Rua José Procópio de Oliveira, às margens da rodovia LMG 117 que interliga os municípios de Paulistas e São João Evangelista e também às margens da LMG 780, rodovia de ligação entre a MGC 259 (Virginópolis - MG) e a MGC 120 (São João Evangelista - MG).

O município de São João Evangelista está situado no Bioma Mata Atlântica, na região Centro-Nordeste de Minas Gerais, a 18°32'52" de latitude Sul e 42°45'48" de longitude Oeste. Apresenta clima tropical com chuvas de verão e verões rigorosos, do tipo Cwa pelo sistema de Koppen (AMBIENTEBRASIL, 2008). A temperatura mínima é de 15 °C, média de 20,1 °C e máxima de 26,1 °C por ano; a precipitação média anual gira em torno de 1081 mm, a altitude média é de 680 m e o relevo 60% montanhoso (PORTALSJEVANGELISTA, 2013).

Após a colheita os frutos vermelhos foram extraídos manualmente das inflorescências, colocados em embalagem hermética (saco de plástico laminado com folha de alumínio), e então, transportados por via terrestre até o Laboratório de Tecnologia de Sementes e Biotecnologia do Centro de Referência em Biodiversidade e Recuperação de Áreas Degradadas da Universidade de Brasília – Câmpus Universitário Darcy Ribeiro (TECSBIO / CRAD-UnB) onde os frutos foram despolidos por fricção em peneira de alumínio, sob água corrente, e as sementes foram selecionadas para retirada das malformadas, secas ou com vestígios de ataque de herbívoros. As sementes provenientes de todas as árvores matrizes foram misturadas formando um único lote homogêneo, acondicionadas em sacos de papel Kraft e permaneceram sobre uma bancada do laboratório a temperatura ambiente (em média 25,6 °C e 45% de umidade relativa do ar) por dois dias, logo em seguida iniciaram-se os testes.

2.2 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

No Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal os testes para superação da dormência foram realizados com imersão das sementes em água destilada na presença de gás ozônio.

Foram testadas duas concentrações de ozônio, 9 m. L⁻¹ e 17 m. L⁻¹, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L min⁻¹, e quatro períodos de exposição, 30; 60; 90 e 120 minutos, compondo um fatorial 2 (concentrações) x 4 (períodos de exposição), totalizando 8 tratamentos mais a testemunha, correspondente às sementes que não receberam nenhum tipo de tratamento. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento.

As sementes foram acondicionadas em colunas cilíndricas de 15 cm de altura, e o gás ozônio foi injetado na base da coluna. Obteve-se o gás ozônio através de um gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), desenvolvido pelo Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) de São José dos Campos - SP. Para a geração do ozônio o insumo utilizado foi oxigênio com grau de pureza de aproximadamente 90%, obtido por meio de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio.

A concentração de ozônio foi determinada, conforme descrito por Clesceri; Greenberg; Eaton (2000), pelo método iodométrico no qual realizou-se o borbulhamento do ozônio em 50 mL de solução de iodeto de potássio (KI) 1N, com produção de iodo (I₂). Para garantir o deslocamento da reação para a produção de I₂, foi necessário acidificar o meio com 2,5 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1N. A solução foi titulada com tiossulfato de sódio (Na₂S₂O₃) 0,005N, com uso de solução de amido 1% como indicador.

2.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

Após o final da aplicação dos tempos de ozonização, foi conduzido o teste de germinação com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em

delineamento inteiramente casualizado. As sementes foram distribuídas em caixas “gerbox” contendo em seu interior duas folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada, até o ponto de saturação, e colocadas para germinar em câmara de germinação B.O.D., utilizando-se a temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz.

O monitoramento foi feito diariamente por um período de 45 dias, sendo consideradas germinadas as sementes que, além da protrusão da radícula em pelo menos dois milímetros de comprimento, produziram parte aérea, ou seja, plântulas normais (critério tecnológico), de acordo com Labouriau (1983); Brasil (2009).

De acordo com a quantidade de plântulas normais foi calculada a porcentagem de germinação (%G) através da fórmula:

$$\%G: \frac{\sum G \times 100}{100}$$

Onde:

%G: porcentagem de germinação;

$\sum G$: somatório do número de plântulas germinadas por tratamento;

100: número máximo possível de plântulas por tratamento.

Ao final do teste de germinação foram mensuradas e calculadas variáveis complementares para melhor conhecimento do efeito dos tratamentos aplicados.

2.3.1 Índice de Velocidade de Germinação

Este índice foi determinado de acordo com a metodologia de Maguire (1962), em que, IVG = índice de velocidade de germinação, G1 até Gi = número de sementes germinadas ocorrido a cada dia e T1 até Ti = tempo de avaliação em dias.

$$IVG: \frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + \dots + \frac{Gi}{Ti}$$

2.3.2 Crescimento das plântulas

Depois dos 45 dias do teste de germinação realizou-se a medição do comprimento total das plântulas, mensurado com régua milimétrica, e o resultado expresso em $\text{cm.plântula}^{-1}.\text{tratamento}$. Em seguida, a parte aérea e o sistema radicular foram separados por cisão na região do coleto, com auxílio de um estilete. Mediram-se o comprimento da parte aérea (H) e da raiz primária, e com paquímetro digital, o diâmetro do coleto (DC) das plântulas. A partir dos valores obtidos, calculou-se a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC).

2.3.3 Massa da matéria verde das plântulas

Cada parte das plântulas normais (parte aérea e raiz), depois de medidas, foram pesadas em balança com precisão de 0,0001g, dessa forma, obteve-se a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca da raiz (MFR).

2.3.4 Massa da matéria seca das plântulas

A parte aérea e a raiz das plântulas foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel Kraft previamente identificados.

O material referente a cada parte foi agrupado por repetição conforme o tratamento e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 ± 3 °C por um período de 48 horas. Após esse tempo a pesagem do material seco, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR), foi realizada em balança com precisão de 0,0001 gramas. Obteve-se ainda, a massa seca total (MST) através da soma da MSPA com a MSR.

O valor obtido em cada repetição/tratamento foi dividido pelo número de plântulas e os resultados expressos em $\text{grama.plântula}^{-1}.\text{tratamento}$ (NAKAGAWA, 1999).

2.4 TESTE DE SANIDADE

Após a obtenção dos resultados referentes aos testes de superação da dormência das sementes de tamanqueira, avaliou-se o efeito da água ozonizada sobre a sanidade das sementes.

As sementes foram submetidas a quatro tratamentos distintos sendo: T1 – Sementes não tratadas (testemunha); T2 – imersão em álcool 50% por um minuto, seguida da imersão em hipoclorito de sódio 1% por um minuto; T3 – imersão em mix de óleos composto por óleos naturais de eucalipto, andiroba, bálsamo do Canadá, copaíba e cedro; T4 – imersão em água destilada na presença de gás ozônio na concentração de 17 m. L⁻¹ por 30 minutos.

Salienta-se que o mix de óleos foi utilizado devido à sua funcionalidade na desinfestação de sementes apontada na literatura, visto que mix de óleos foi criado para o tratamento preventivo e curativo de sementes usadas na confecção de artesanato (MATOS e RODRIGUES, 2007).

O teste de sanidade foi realizado no Laboratório de Micologia Vegetal do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília (UnB) - Campus Darcy Ribeiro, por meio do método “Blotter test”. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, colocadas em placas de petri (140x15 mm) contendo em seu interior duas folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada até o ponto de saturação, e colocadas para germinar em câmara de germinação B.O.D., utilizando-se a temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz durante 21 dias. A água destilada, o papel Germitest e as placa de petri foram previamente esterilizados em autoclave a temperatura de 121 °C por 30 minutos.

2.4.1 Avaliação da germinação

Aos sete, 14 e 21 dias após a instalação do experimento monitorou-se a germinação, sendo consideradas germinadas as sementes que, além da protrusão da radícula em pelo menos dois milímetros de comprimento, produziram parte aérea, ou seja, plântulas normais (critério tecnológico), de acordo com Labouriau (1983); Brasil (2009).

2.4.2 Incidência de fungos

Após o período de incubação as sementes sobre as quais se constatou a presença de flora fúngica foram observadas individualmente sob microscópio estereoscópico. Amostras das estruturas dos fungos foram cuidadosamente retiradas da superfície das sementes com um estilete e depositadas em lâminas microscópicas com meio de montagem lactoglicerol com adição de uma gota de corante azul de algodão. Cobriu-se cada lâmina com uma lamínula e utilizou-se esmalte transparente para selar o material. Observaram-se as lâminas em microscópio ótico, e para facilitar a identificação dos patógenos as estruturas foram fotografadas. A identificação dos gêneros de fungos foi feita com base em informações disponíveis em livros e chaves específicos e os resultados da contagem de sementes atacadas por fungos foram expressos em porcentagem.

2.5 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições tanto para o teste de superação de dormência como para o teste de sanidade das sementes.

Quando necessário os dados expressos em porcentagem foram transformados em " $\text{arc sen } (\sqrt{x/100})$ ", para atender à normalidade segundo Lilliefors e homogeneidade de variâncias por Cochran (BANZATTO e KRONKA, 2006; RIBEIRO JÚNIOR, 2012). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey, ambos a 1% de significância ($p < 0,01$). O software Genes (CRUZ, 2013) foi utilizado para as análises estatísticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

Em relação à interação Concentração x Tempo de ozonização, apenas para o comprimento de plântulas verificou-se interação não significativa, sendo que, os maiores valores para essa variável (16,87 cm e 15,23 cm) foram observados na concentração de 17 m. L⁻¹ e no tempo de 30 minutos, respectivamente.

Tabela 1 – Análise de variância dos testes de qualidade fisiológicas em sementes de tamanqueira (*Aegiphila sellowiana* CHAM.).

| Quadrados Médios | | | | | | |
|-------------------------------------|----|--------|---------|---------|--------|--------|
| F.V. | Gl | G | IVG | C.P. | MFT | MST |
| C.O ₃ | 1 | 0,36** | 34,26** | 14,39** | 0,83** | 0,47** |
| T.O ₃ | 3 | 0,32** | 20,08** | 13,87** | 0,77** | 0,55** |
| C.O ₃ x T.O ₃ | 3 | 0,27** | 21,33** | 11,13ns | 0,86** | 1,24** |
| Média geral | | 0,31 | 25,27 | 9,19 | 0,82 | 0,75 |
| (C.V.%) | | 22,46 | 28,12 | 45,38 | 16,31 | 19,17 |

F.V.: fonte de variação; Gl: graus de liberdade; G: Porcentagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; C.P.: comprimento da plântula, MFT: massa fresca total; MST: massa seca total; CO₃: concentração de gás ozônio, T.O₃: tempo de ozonização; C.V.%: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), ns: não significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Ramos (2015) submeteu sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville a dois tratamentos para superação da dormência (inteiras e despontadas) e a dois tempos de ozonização (1h e 2h – 1L/min vazão) e afirma que para a espécie *D. mollis* verificou-se que todas as variáveis apresentaram interação significativa, exceto para a massa seca, que apresentou diferenças significativas tanto para o fator métodos de superação da dormência, quanto para diferentes tempos de ozonização, isoladamente. Para a espécie *E. gummiferum* foi encontrado interação significativa para as variáveis comprimento, massa fresca e seca. As variáveis germinação e IVG foram influenciados apenas pelo fator método de quebra de dormência. Já para *S. adstringens*, as variáveis germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) apresentaram interação significativa entre os fatores.

Os resultados da comparação de médias pelo teste Tukey a 1% para a germinação, o índice de velocidade de germinação, massa fresca total e massa seca

total de acordo com as concentrações e tempos de exposição das sementes à água destilada estão apresentados na Tabela 2. Para a variável comprimento das plântulas o teste de comparação de médias não foi aplicado, pois o valor de F das interações não foi significativo.

Como observado, foi encontrado comportamento diferente para os diferentes tipos de tratamentos empregados, tanto para concentração quanto para tempo de ozonização.

Tabela 2 – Valores médios obtidos nas variáveis de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tamanqueira (*Aegiphila sellowiana* CHAM.) de acordo com as concentrações de O₃ e tempos de ozonização.

| Variável | Concentração | Período de exposição | | | |
|----------|-----------------------|----------------------|---------|---------|----------|
| | | 30 min. | 60 min. | 90 min. | 120 min. |
| G | 9 m. L ⁻¹ | 67,0 bA | 80,0 aA | 68,0 bB | 62,0 bB |
| | 17 m. L ⁻¹ | 93,0 aA | 89,0 aA | 84,0 aA | 85,0 aA |
| IVG | 9 m. L ⁻¹ | 2,11 aB | 2,03 aB | 1,32 bB | 1,51 bB |
| | 17 m. L ⁻¹ | 4,40 aA | 2,91 aA | 3,45 aA | 2,87 aA |
| MFT | 9 m. L ⁻¹ | 1,35 aB | 1,26 aB | 1,32 aB | 1,27 aB |
| | 17 m. L ⁻¹ | 2,15 aA | 1,67 aA | 1,89 aA | 2,02 aA |
| MST | 9 m. L ⁻¹ | 0,98 bB | 1,28 aB | 1,67 aA | 1,21 aB |
| | 17 m. L ⁻¹ | 1,96 aA | 1,74 aA | 1,83 aA | 1,75 aA |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, para cada característica separadamente. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, para cada característica separadamente. G: Porcentagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; MFT: massa fresca total; MST: massa seca total.

Em relação à testemunha, que apresentou apenas 13% de germinação, todos os tempos e concentrações testados mostraram-se superiores, evidenciando o efeito da água ozonizada sobre a dormência das sementes. Quanto à germinação e o IVG, os menores valores, 13% e 0,96, respectivamente, foram observados na testemunha.

Para sementes de *D. mollis* e de *S. adstringens* verificou-se as maiores médias de germinação e de IVG com o uso das sementes inteiras com o tempo de ozonização de duas horas (RAMOS, 2015).

Biruel (2006) justificou a absorção lenta de água pelas sementes de *A. sellowiana* pela presença de esclereídes, em cortes anatômicos na testa das sementes, o que confere rigidez ao tegumento e favorece a sua impermeabilização à água; no entanto, não sugeriu dormência tegumentar para tais sementes. Já Ferreira, Pinto e Ferreira (2009) lixiviaram as sementes de *A. sellowiana*, com e sem tegumento, sob água corrente de torneira por diferentes tempos, conjugado à temperatura alternada 30/35 °C e à luz branca, com fotoperíodo de 12 h e detectaram germinação após 9 h de lixiviação, apenas nas sementes sem tegumentos. Como sementes com tegumento não germinaram, tais autores concluíram que havia dormência tegumentar nessa espécie.

Tavares et al. (1986) afirmam que tegumentos com alto teor de lignina podem impedir a embebição pelas sementes, influenciando a permeabilidade destas. Ainda nesse sentido, em se tratando de uma dormência de natureza exógena, ou seja, imposta pelos envoltórios, segundo Cardoso (2009) essa pode estar associada às seguintes causas: a) resistência mecânica ou sinalização molecular restritiva exercida pelos tecidos extra-embrionários, o que, no caso, pode caracterizar uma dormência fisiológica; b) à impermeabilidade à água, o que indica dormência física, ou ainda; c) à presença de possíveis inibidores químicos nos tecidos extra seminiais, assim como ocorre em sementes de algumas espécies de leguminosas, para as quais tem sido sugerido que a impermeabilidade do tegumento está relacionada aos altos níveis de fenóis encontrado nas sementes (WERKER et al., 1979).

No presente trabalho as maiores médias para todas as variáveis avaliados foram encontradas na concentração de ozônio de 17 m. L⁻¹, não tendo sido observada diferença entre os tempos nessa concentração, portanto, a maior concentração de ozônio foi mais eficiente na superação da dormência, influenciando a viabilidade e o vigor das sementes de *A. sellowiana*, não sendo necessário submetê-las a períodos prolongados de ozonização.

Segundo Travaini et al., (2013) o tratamento com o ozônio tem sido eficiente para desestruturação da parede celular vegetal da fibra do bagaço de cana de açúcar, uma vez que o ozônio é altamente reativo com compostos que possuem ligações duplas conjugadas e grupos funcionais com alta densidade de elétrons. Portanto, de acordo com Cubero et al. (2009), em função da estrutura aromática de

seus precursores e da grande quantidade de ligações duplas entre carbonos que apresenta, a lignina é o material mais provável de ser oxidado pela ação do ozônio.

A porcentagem de germinação para as espécies *D. mollis*, *E. gummiferum* e *S. adstringens* foram 60, 49 e 58% de germinação, respectivamente. Desta forma a ozonização colaborou com a superação da dormência tegumentar, facilitando a germinação das sementes. Para as sementes inteiras, houve um baixo índice de patógenos encontrado nas sementes, cerca de 10% para cada espécie (RAMOS, 2015).

Violleau et al. (2007) observaram um favorecimento do comprimento de plântulas de milho cujas sementes foram tratadas com ozônio; contudo quando se aumentou o período de exposição de 6 para 20,5 minutos, observou-se uma redução na taxa de germinação. Hsieh et al. (1998) usaram ozônio a 240 ppm por 6 dias consecutivos (4hs/dia) em sementes de gramíneas e não verificaram melhoria na germinação das sementes, mas na avaliação de vigor houve vantagem quando as sementes foram tratamento com água ozonizada.

3.2 ANÁLISE DA SANIDADE

Na avaliação da sanidade das sementes de tamanqueira observou-se diferença entre todos os tratamentos de desinfestação aplicados (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de germinação (G%) e incidência de fungos (I.F.%) em sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. submetidas a diferentes tempos de exposição e concentrações de O₃.

| Tratamento | Variáveis analisadas | |
|------------|----------------------|-------|
| | I.F. (%) | G (%) |
| T1 | 90 | 2 |
| T2 | 86 | 25 |
| T3 | 2 | 98 |
| T4 | 8 | 0 |

T1: Testemunha; T2: imersão em álcool 50% por um minuto, seguida da imersão em hipoclorito de sódio 1% por um minuto; T3 – imersão em água destilada na presença de gás ozônio na concentração de 17 m. L⁻¹ por 30 minutos; T4: imersão em mix de óleos composto por óleos naturais de eucalipto, andiroba, bálsamo do Canadá, copaíba e cedro.

Quando se comparou os resultados foi verificado que para a incidência de fungos (I.F.%) a testemunha – T1 proporcionou o pior resultado (90%), seguida pelo tratamento T2 – álcool 50%/1min. + NaClO 1%/1min. (86%). Esses tratamentos

também propiciaram a menor porcentagem germinação, sendo 2% e 25%, para T1 e T2, respectivamente.

O mix de óleos aplicado às sementes mostrou-se eficiente no que se refere à desinfestação, uma vez que a contaminação fúngica nas sementes foi de apenas 8%.

É importante ressaltar que esse mix de óleos foi criado para proteger sementes contra o desenvolvimento de fungos e outros microrganismos, e os óleos podem ser aplicados de forma isolada ou em combinações diversas, de acordo com as necessidades. Os óleos naturais, além de protegerem as sementes, exalam aromas de caráter medicinal.

Os resultados encontrados por Daronco (2013) permitiram afirmar que os tratamentos de semente de soja com óleo essencial de *Eucalyptus globulus* 30% (3697 kg/ha) e *Baccharis trimera* 20% (3618 kg/ha) foram os que apresentaram a menor porcentagem de germinação. O potencial dos óleos voláteis, inibindo a germinação de sementes e o crescimento de plântulas, pode ser atribuído a um dos constituintes químicos do óleo ou a interação dos seus componentes (AN et al., 1993).

Além de proporcionar a superação da dormência, pelos resultados apresentados na Tabela 3, percebeu-se que o ozônio permitiu excelente controle dos fungos que acometem as sementes de tamanqueira. Ao submeter as sementes ao T3 (água destilada na presença de gás ozônio) obteve-se apenas 2% de incidência de fungos e a maior porcentagem de germinação (98%). Os fungos identificados no presente trabalho influenciaram a porcentagem de germinação e o desenvolvimento de plântulas de tamanqueira.

Marique; Allard; Spanoghe (2012) utilizaram gás ozônio no tratamento de sementes de *Triticum aestivum* L. contaminadas com os fungos *Fusarium* spp. e *Alternaria* spp., e verificaram que o controle de fungos foi eficiente com o uso do ozônio, principalmente para *Fusarium* spp.

Ramos (2015) utilizou água destilada na presença de gás ozônio por uma hora (1L/min., vazão dosador 4) para a desinfestação de sementes e para a espécie *D. mollis* os valores médios mostraram que o tratamento com água ozonizada promoveu a menor taxa de contaminação fúngica (3%), seguido do tratamento com solução de álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto, com taxa de contaminação

fúngica de 5%. A melhor porcentagem de germinação também foi obtida no tratamento com água ozonizada (100%). Para as sementes da espécie *E. gummiferum*, os valores da porcentagem média também mostraram a melhor eficiência do tratamento com água ozonizada, que promoveu uma taxa de contaminação fúngica de 25% e uma taxa de germinação de 90%. Para as sementes de *S. adstringens* a menor taxa de contaminação fúngica foi encontrada para o tratamento álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto (4%).

No trabalho de Savi et al. (2014) com *Triticum aestivum* L., foi observado que o uso do gás ozônio foi eficaz no controle do fungo *Fusarium graminearum* e que possibilitou a degradação da micotoxina DON (deoxinivalenol), principalmente após 120 minutos de exposição, com concentração de 60 mmol / mol, sem causar alterações físicas e bioquímicas nos grãos; e que só afetou a germinação do trigo após 180 minutos de exposição, reduzindo a capacidade de germinação para 12,5%.

Para o controle de fungos em grãos de arroz, Beber-Rodrigues (2013) testou o uso do gás ozônio e verificou uma redução da carga total de fungos, mas que os gêneros *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e leveduras demonstraram resistência às concentrações de gás O₃ aplicado, e que os gêneros de fungos mais sensíveis foram *Acremonium* e *Alternaria*.

Nas sementes de *A. sellowiana* foram identificados os seguintes gêneros de fungos potencialmente patogênicos: *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Cercospora* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp. e *Botrytis* spp.; sendo que *Fusarium* spp. foi o mais frequente (Figura 1).

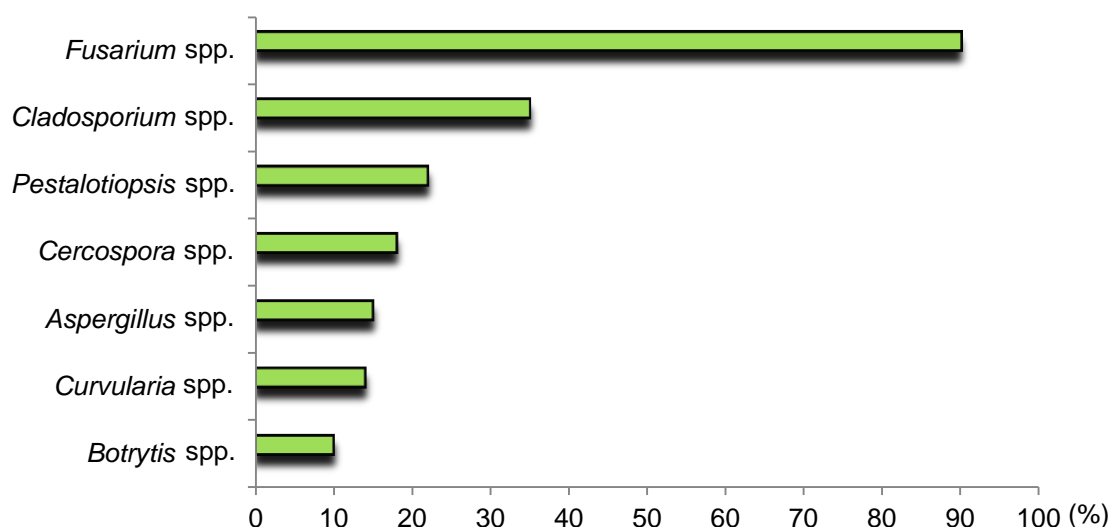


Figura 1 - Percentual de sementes infestadas por cada gênero fúngico identificados em sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. após os tratamentos de desinfestação. Fonte: Autora.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, o tratamento com água ozonizada – T4 diminuiu a proliferação de fungos de todos os gêneros identificados no presente trabalho, evidenciando a atuação do ozônio como fungicida.

Tabela 4 – Incidência de fungos em cada tratamento aos quais as sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. foram submetidas.

| Gêneros de fungos | Tratamentos | | | |
|----------------------------|-------------|----|----|----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| <i>Fusarium</i> spp. | 32 | 4 | 5 | 1 |
| <i>Cladosporium</i> spp. | 9 | 3 | 2 | 0 |
| <i>Pestalotiopsis</i> spp. | 5 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Cercospora</i> spp. | 4 | 3 | 1 | 0 |
| <i>Aspergillus</i> spp. | 6 | 2 | 2 | 0 |
| <i>Curvularia</i> spp. | 3 | 7 | 3 | 0 |
| <i>Botrytis</i> spp. | 5 | 2 | 2 | 0 |

T1: Testemunha; T2: imersão em álcool 50% por um minuto, seguida da imersão em hipoclorito de sódio 1% por um minuto; T3 – imersão em mix de óleos composto por óleos naturais de eucalipto, andiroba, bálsamo do Canadá, copaíba e cedro; T4: imersão em água destilada na presença de gás ozônio na concentração de 17 m. L⁻¹ por 30 minutos.

Segundo Carneiro (1987), fungos do gênero *Fusarium* ocorrem com frequência em sementes de espécies florestais e estão associados ao *damping-off*; esta doença afeta tanto a germinação das sementes, destruindo-as (pré-emergência), como as plântulas recém-emergidas (pós-emergência). Os sintomas caracterizam-se por lesões na região do colo da plântula, inicialmente de aspecto

encharcado, adquirindo, depois, coloração escura resultante de degeneração dos tecidos. A destruição dos tecidos provoca tombamento e morte muda.

Nunes; Gois; Grangeiro (2005), observando a qualidade sanitária de cedro, verificaram uma grande incidência de *Fusarium* spp., que influenciou na porcentagem de plântulas normais. Oliveira; Davide; Carvalho (2003), comparando métodos de desinfestação de sementes de *Peltophorum dubium*, detectaram, principalmente, *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* e *Fusarium* sp., e verificaram que a porcentagem de sementes infeccionadas não comprometeu a germinação. Isto confirma que nem sempre a associação de fungos com sementes acarreta doença ou queda na qualidade fisiológica. Porém, esta associação pode favorecer a sobrevivência do fungo e sua disseminação.

Para as espécies ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) alguns estudos obtiveram fungos como *Alternaria alternata*, *Phoma* sp., *Phomopsis* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Trichothecium* sp. (FANTINEL, et al., 2013; BOTELHO; MORAES; MENTEN, 2008).

As sementes de amendoim-bravo analisadas por Nascimento et al. (2006) apresentam microflora diversificada, incluindo fungos potencialmente patogênicos como *Fusarium moniliforme* e *Alternaria alternata*. Houve predominância de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* nos dois lotes analisados; entretanto, os fungos presentes nas sementes de amendoim-bravo não afetam a germinação.

O alto poder oxidativo do gás ozônio foi associado por Alencar et al. (2014) à redução na contagem de fungos totais e de *Aspergillus lavuse* e *Aspergillus parasiticus* nos grãos de amendoim.

Em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*), Bezerra et al. (2012) identificaram os fungos *Aspergillus niger*, *Brachisporium* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Phialomyces* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp., *Trichoderma* sp.; o fungo de maior incidência foi o *Brachisporium* sp. Maciel et al. (2012) identificaram em sementes de *Schinus terebinthifolius* os gêneros *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Penicillium* e *Pestalotiopsis*, sendo que *Cladosporium* e *Pestalotiopsis* apresentaram incidências maiores que 50 %.

Nas plântulas de *A. sellowiana* observaram-se sintomas causados por *Aspergillus* spp., como lesões nas raízes das plântulas, evoluindo para o colo, e, em seguida, causando tombamento (Figura 2D).

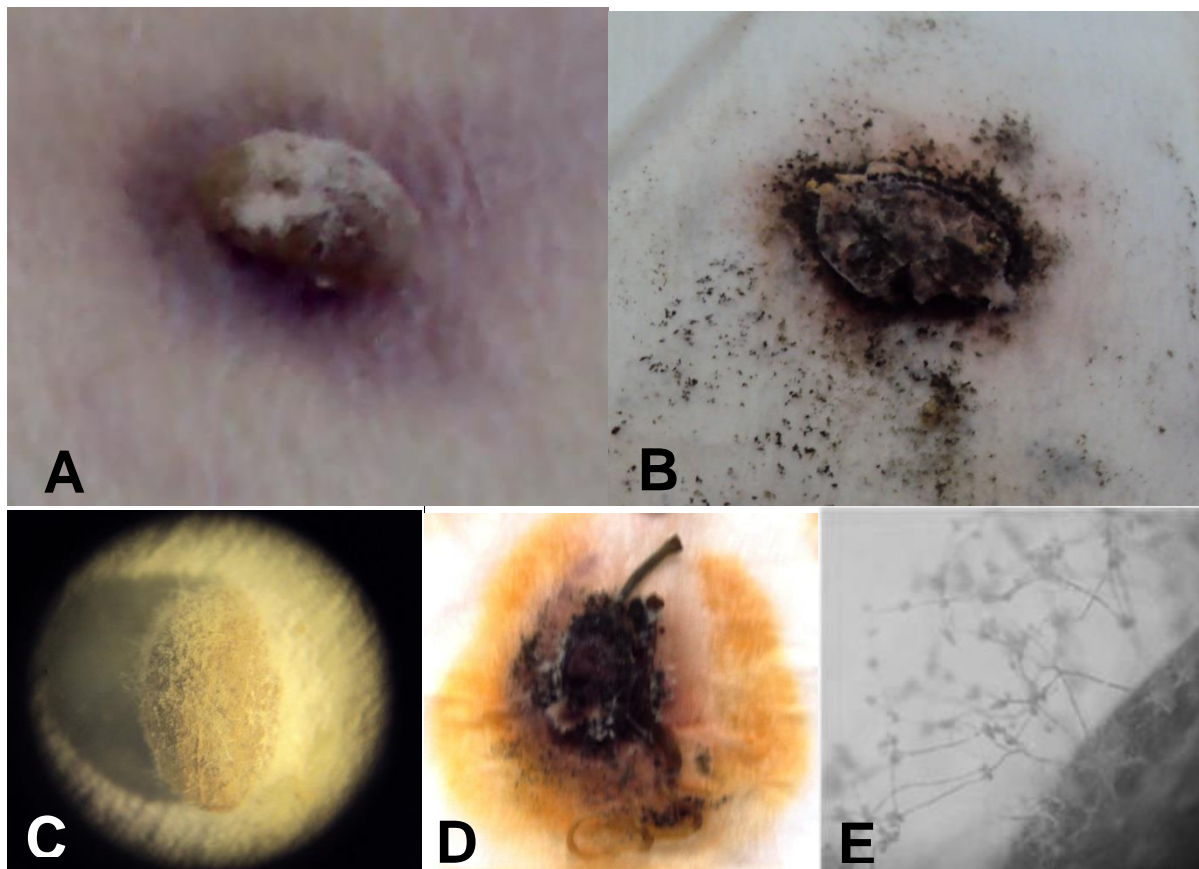


Figura 2 – Incidência de fungos sobre sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM. A: Crescimento de *Cercospora* spp.; B: Crescimento de *Curvularia* spp.; C: Crescimento de *Fusarium* spp.; D: *Aspergillus* spp. causando degeneração dos tecidos das plântulas; E: Crescimento de *Botrytis* spp.

Segundo Maciel et al. (2012), os fungos identificados no teste de transmissão, associados a sementes de *Schinus terebinthifolius* foram *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. e *Cladosporium* sp., o percentual de plântulas sintomáticas foi de 22% e o de sementes não germinadas foi superior a 80 %. O gênero *Pestalotiopsis* foi detectado causando podridão nas sementes de aroeira e manchas escuras na plântula emergidas. Já Machado et al. (2004) encontraram *Pestalotiopsis* sp. em sementes de caixeta (*Schefflera morototonii*) e canafístula (*Peltophorum dubium*) causando tombamento de plântula.

4. CONCLUSÃO

O uso da água destilada na presença de gás ozônio mostrou-se eficiente tanto para a superação da dormência tegumentar como para o controle de fungos associados às sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.

Os resultados obtidos evidenciaram que para as sementes de tamanqueira a concentração de 17 m. L⁻¹ e o tempo de exposição de 30 minutos são os mais indicados para superar a dormência imposta pelo tegumento das sementes dessa espécie e também para melhorar a qualidade sanitária dessas.

A realização dos testes empregados confirmaram a ação antifúngica e oxidativa do gás ozônio sobre sementes objeto deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, R. E. et al. Eficácia do ozônio no controle de fungos em amendoim. **Anais...** XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014. Campo Grande - MS.

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 818-824, ago. 2004.

AMBIENTE BRASIL. **Clima 2008**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/clima.html>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2015.

AN, M. et al. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemicals and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, Florida, v. 19, n. 10, p. 2379-88, 1993.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BEBER-RODRIGUES, M. **Efeito do gás ozônio na qualidade micotoxicológica de arroz (*Oryza sativa* L.) em casca durante a armazenagem**. 2013. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

BEZERRA, R. M. R. et al. Avaliação da incidência de fungos em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) com diferentes anos de coleta e tempo de armazenamento. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

BIRUEL, R. P. **Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* CHAM**. 2006. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

BOTELHO, L. S.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M.. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

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

CARNEIRO, J. J. Micoflora associada a sementes de essências florestais. **Fitolpatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n.8, p. 557-566, set. 1986.

CARNEIRO, J. S. Testes de sanidade de sementes de essências florestais. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 386-393.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Denver: American Water Works Association, 2000. 1220 p.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2013.

CUBERO, M. T. G. et al. Effect of ozonolysis pretreatment of enzymatic digestibility of wheat and rye straw. **Bioresource Technology**, New York, v. 100, n. 9, p. 1608-1613, 2009.

DARONCO, M. V. **Óleos essenciais no tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.)**. 2013. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) – Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 11-82.

FANTINEL, V. S. et al. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, Campinas, v. 7, n. 2, p. p. 05-14, 2013.

FERREIRA, A. R.; PINTO, G. V.; FERREIRA, H. R. **Superação de dormência em sementes de *Aegiphila sellowiana*: (tamanqueiro)**. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Silvicultura) – Instituto Federal de Minas Gerais - Câmpus São João Evangelista, São João Evangelista, MG, 2009.

GONÇALVES, G. G.; MATTOS, L. P. V.; MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 102-107, ago. 2009.

GOUDEL, F.; SHIBATA, M.; COELHO, C. M. M. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 147-154, nov. 2013.

GUZEL-SEYDIMA, Z. B.; GREENEB, A. K.; SEYDIMA, A. C. Use of ozone in the foodindustry. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.** v. 37, p. 453–460, 2004.

HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: BRADFORD, K. J.; NONOGAKI, H. (Eds.). **Seed Development, Dormancy and Germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 367 p.

HSIEH, S. P. Y.; NINQ, S. S.; TZENG, D. S. Control of turf grass seedborne pathogenic fungi by ozone. **Plant Pathology Bulletin**, Tianjin, v. 7, n. 4, p. 105-112, 1998.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54-55, out. 2010.

KELLS, S. A. et al. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 37, n. 13, p. 371- 383, 2001.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enchancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62. n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, ago. 2002.

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

MACHADO, A. A. et al. Incidência de fungos causadores de “*damping off*” em sementes de caixeta ((*Schefflera morototonii* (Aubl.) Dec.) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 51-51, 2004.

MACIEL, C. G. et al. Transmissão de fungos via semente e patogenicidade de *Pestalotiopsis* sp. em mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2767-2774, 2012.

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

MARCOS FILHO, J. Dormência de sementes. In: MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 253-289.

MARIQUE, T.; ALLARD, O.; SPANOGHE, M. Use of self-organizing map to analyze images of fungi colonies grown from *Triticum aestivum* seeds disinfected by ozone treatment. **International Journal of Microbiology**, Rockville, v. 12, n. 3, p. 15-22, 2012.

MATOS, E. H. S. F.; RODRIGUES, M. N. **Dossiê técnico - Tratamento Preventivo e Curativo de Sementes para Confecção de Artesanato**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico - CDT/UnB. Novembro/2007.

MEDEIROS, A. C. S. **Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 12 p. (Embrapa Floresta. Circular Técnica, 55).

MENDEZ, F. et al. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 39, n. 14, p. 33-44, 2003.

MENTEN, J. O. Importância do tratamento de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. p. 203-224.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NASCIMENTO, W. M. O. et al. Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* TULL. (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 149-153, 2006.

NUNES, G. H. S.; GOIS, F. C.; GRANGEIRO, L. C. Superação de dormência de sementes de juca (*Caesalpineia ferrea* MART. ESC. TUL). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 15., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 597-603, jun. 2003.

PORTALSJEVANGELISTA. 2013. Disponível em: <<http://www.portalsjevangelista.com.br/historia.asp#>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

RAMOS, K. M. O. **Caracterização da qualidade fisiológica e otimização do processo de ozonização em sementes de leguminosas arbóreas do cerrado**. 2015. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Métodos estatísticos aplicados à melhoria da qualidade**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 385 p.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 236 p.

SAVI, G. D. et al. Ozone treatment efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (*Triticum aestivum* L.) quality and germination. **Journal of Stored Products Research**, Bridawe, v. 12, n. 2, p.1-9, 2014.

TAVARES, D. Q.; UMINO, C. Y.; DIAS, G. M.; MIRANDA, M. A. C. Compostos fenólicos no tegumento de sementes de linhagens de soja permeável e impermeável. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 167-171, 1986.

TRAVAINI, R.; OTERO, M. D. M.; COCA, M.; DA-SILVA, R.; BOLADO, S. Sugarcane bagasse ozonolysis pretreatment: Effect on enzymatic digestibility and inhibitory compound formation. **Bioresource Technology**, New York, v. 133, n. 12, p. 332-229, 2013.

VIOLLEAU, F. et al. Increase of corn seeds germination by oxygen and ozone treatment. **IOA Conference and Exhibition**, Valencia, Spain - October 29 – 31, 2007.

WERKER, E.; MARBCH, I. & MAYE, A.M. Relation between the anatomy of the teste, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. **Annals of Botany**, London, v. 43, n. 4, p. 765-771. 1979.