

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

EVELIN MARIA MÜLLER

ASPECTOS ANATÔMICOS, QUALIDADE FISIOLÓGICA E RESPOSTA
ANTIOXIDANTE EM SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert
ARMAZENADAS E SUBMETIDAS A MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA

CASCABEL-PR
Fevereiro/2017

EVELIN MARIA MÜLLER

ASPECTOS ANATÔMICOS, QUALIDADE FISIOLÓGICA E RESPOSTA
ANTIOXIDANTE EM SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert
ARMAZENADAS E SUBMETIDAS A MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Maria Teixeira Fortes

Co-orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Malagutti Corsato

CASCADEL-PR

Fevereiro/2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M923a

Müller, Evelin Maria

Aspectos anatômicos, qualidade fisiológica e resposta antioxidante em sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert armazenadas e submetidas a métodos para superação da dormência ./ Evelin Maria Müller. -- Cascavel, 2017.

71 p.

Orientadora: Profª. Drª. Andréa Maria Teixeira Fortes

Coorientadora: Profª. Drª. Jaqueline Malagutti Corsato

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, 2017

Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

1. Canafístula. 2. Germinação. 3. Sementes - Conservação. 4. Sementes florestais. 5. Enzimas antioxidantes. I. Fortes, Andréa Maria Teixeira. II. Corsato, Jaqueline Malagutti. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 20.ed. 631.521

634.973323

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Beijo – CRB 9ª/965

FOLHA DE APROVAÇÃO

EVELIN MARIA MÜLLER

Aspectos anatômicos, qualidade fisiológica e resposta antioxidante em sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert armazenadas, e submetidas a métodos para superação da dormência

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Ciências Ambientais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:

Profa. Dra. Andréa Maria Teixeira Fortes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel (Presidente)

Prof. Dr. Magnun Antonio Penariol da Silva

Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT

Profa. Dra. Shirley Martins Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel

Aprovada em: 09/02/2017

Local da defesa: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas aos meus pais, que nunca mediram esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos, e que sempre acreditaram em mim.

“A natureza é sábia e justa. O vento sacode as árvores, move os galhos, para que todas as folhas tenham o seu momento de ver o sol.”

Humberto de Campos

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção da vida, saúde, força e proteção diária, fazendo com que a conclusão desta trajetória fosse possível.

A orientação da Prof^a. Dr^a. Andréa Maria Teixeira Fortes, pela oportunidade, paciência, confiança, incentivo e disposição em todos os momentos em que precisei, compartilhando sempre o seu conhecimento.

A co-orientação da Prof^a. Dr^a. Jaqueline Malagutti Corsato, pelo apoio, paciência e disposição nos momentos em que precisei, e por me permitir novas experiências com as análises enzimáticas.

A Prof^a. Dr^a. Michele Fernanda Bortolini, que despertou em mim a paixão pela fisiologia vegetal, devo muito a ti em poder concluir mais esta etapa da minha vida, obrigada pelos ensinamentos e pelo incentivo.

A Prof^a. Dr^a. Shirley Martins Silva, Vanessa Liesenfeld e Tainã De Souza pelo apoio nas análises anatômicas.

A Prof. Dr^a. Rafaela Moresco por compartilhar da utilização do micrótomo.

A Prof. Dr^a Norma Catarina Bueno pelo apoio.

A toda a equipe do laboratório de Fisiologia Vegetal, pela disposição e cooperação na realização deste trabalho.

A Ivone, técnica do laboratório, amiga querida, sempre nos auxiliando da melhor maneira, com um sorriso no rosto.

Aos meus pais, Elveni e Jerônimo, que sempre permaneceram ao meu lado, me incentivando, sacrificando muitas vezes seus próprios sonhos por acreditar e apoiar as minhas escolhas, exemplos de amor, humildade e fé.

Aos meus avós, meu irmão Elton, e demais familiares que sempre torcem pelas minhas conquistas.

Ao Fabrício Gelsleichter, pelo amor, paciência, força, incentivo e cumplicidade. Obrigada por estar ao meu lado nos melhores e piores momentos.

As minhas amigas “irmãs” Edielly e Laura, que mesmo longe, estiveram sempre presentes. Obrigada pelo companheirismo, apoio e amizade verdadeira.

Esse trabalho é fruto de dedicação e esforço conjunto. Fica aqui o meu agradecimento a todos que de alguma forma contribuíram para a sua realização!

À CAPES pela concessão da bolsa.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1: ANATOMIA E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	5
CONCLUSÃO.....	11
REFERÊNCIAS.....	11
ANEXO I.....	14
CAPÍTULO 2: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO E A MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA.....	18
RESUMO.....	19
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXO I.....	41
CAPÍTULO 3: RESPOSTA ANTIOXIDANTE EM SEMENTES DE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) TAUB. DURANTE O ARMAZENAMENTO, SUBMETIDAS À AÇÃO DE MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA.....	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51

CONCLUSÃO.....	58
RESUMO.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO I.....	63

RESUMO

A crescente demanda por sementes e mudas de espécies nativas, por conta da restauração de áreas degradadas, trás a necessidade de estudos a cerca da armazenagem das sementes para utilização futura. O estudo objetivou avaliar os aspectos anatômicos, a qualidade fisiológica e a atividade enzimática antioxidante de sementes de *Peltophorum dubium*, durante o armazenamento, e posteriormente submetidas à ação de métodos para superação de dormência física (T1 - sem escarificação, T2 - escarificação mecânica e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico por 10 minutos). As sementes foram armazenadas a 5°C por 12 meses. Em intervalos pré-estabelecidos, estas foram avaliadas pelo teor de água, análise anatômica do tegumento, condutividade elétrica, porcentagem de germinação, desenvolvimento inicial das plântulas, atividade enzimática antioxidante e peroxidação lipídica. O tegumento sofreu alterações anatômicas ao longo do armazenamento. A condutividade elétrica não foi correspondente à qualidade fisiológica das sementes. A porcentagem de germinação para os tratamentos durante armazenamento não diferiu significativamente, apresentando média de 6,8% para T1, 95% para T2 e 94% para T3. O índice de velocidade de germinação aumentou após 180 dias de armazenamento quando associado aos tratamentos T2 e T3. O desenvolvimento inicial das plântulas foi estimulado em todos os tratamentos. Houve aumento da atividade da enzima catalase aos 60 dias, da enzima superóxido dismutase aos 360 dias e de malondialdeído aos 60 dias para todos os tratamentos, seguido da diminuição significativa aos 300 e 360 dias de armazenamento. O armazenamento das sementes de *Peltophorum dubium* promoveu modificações anatômicas tegumentares, manteve a qualidade fisiológica das sementes, e a partir de 180 dias de armazenamento, em associação dos tratamentos, aumentou o índice de velocidade da germinação e estimulou o desenvolvimento inicial das plântulas. O sistema enzimático antioxidante se demonstrou eficiente, por conta da atividade da enzima catalase, a fim de rever os danos oxidativos, promovendo o controle do processo de deterioração.

Palavras-chave: Canafístula, germinação, conservação de sementes, sementes florestais, enzimas antioxidantes.

ANATOMICAL ASPECTS, PHYSIOLOGICAL QUALITY AND ANTIOXIDANT RESPONSE IN SEEDS OF *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert STORED, AND SUBJECTED TO METHODS FOR OVERCOMING DORMANCY

ABSTRACT

The growing demand for seeds and seedlings of native species, due to the restoration of degraded areas, leads to the need for studies on the storage of seeds for future use. The objective of this study was to evaluate the anatomical aspects, physiological quality and antioxidant enzymatic activity of *Peltophorum dubium* seeds during storage, and later submitted to methods of physical dormancy (T1 - without scarification, T2 - mechanical scarification and T3 - chemical scarification with sulfuric acid for 10 minutes). The seeds were stored at 5 ° C for 12 months. At pre-established intervals, these were evaluated by water content, anatomical analysis of the tegument, electrical conductivity, percentage of germination, initial development of seedlings, antioxidant enzymatic activity and lipid peroxidation. The integument underwent anatomical changes throughout the storage. The electrical conductivity did not correspond to the physiological quality of the seeds. The percentage of germination for treatments during storage did not differ significantly, presenting a mean of 6.8% for T1, 95% for T2 and 94% for T3. The rate of germination increased after 180 days of storage when associated with treatments T2 and T3. Initial seedling development was stimulated in all treatments. There was an increase in the activity of the catalase enzyme at 60 days, the enzyme superoxide dismutase at 360 days and malondialdehyde at 60 days for all treatments, followed by a significant decrease at 300 and 360 days of storage. The storage of the *Peltophorum dubium* seed promoted anatomical modifications of the skin, maintained the physiological quality of the seeds, and after 180 days of storage, in association with the treatments, increased the rate of germination and stimulated the initial development of the seedlings. The antioxidant enzyme system proved to be efficient, due to the activity of the catalase enzyme, in order to review the oxidative damages, promoting the control of the deterioration process.

Keywords: Canafístula, germination, seed conservation, forest seeds, antioxidant enzymes.

CAPÍTULO 1

ANATOMIA E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO*

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Ciência Florestal citada no anexo 1 deste capítulo, o qual se encontra em avaliação.

*O presente artigo foi apresentado e aprovado no exame geral de qualificação da aluna em 28/09/2016.

ANATOMIA E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

ANATOMY AND PHYSIOLOGY OF SEEDS OF *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. SUBJECTED TO STORAGE

Evelin Maria Müller, Maiara Iadwizak Ribeiro, Andréa Maria Teixeira Fortes, Jaqueline Malagutti Corsato, Shirley Martins Silva

RESUMO

O estudo objetivou avaliar os aspectos anatômicos e o comportamento fisiológico de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. durante o armazenamento, submetidas à ação de tratamentos para superação da dormência. Frutos maduros foram coletados, e as sementes armazenadas a 5°C por um período total de 12 meses e posteriormente submetidas a tratamentos para superação de dormência: (T1 - sem escarificação, T2 - escarificação mecânica e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico por 10 minutos). Em intervalos pré-estabelecidos, as sementes foram avaliadas por meio da análise anatômica do tegumento e pelo teste de germinação. As variáveis analisadas foram anatomia do tegumento, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e correlação de Pearson entre a espessura do tegumento e as variáveis fisiológicas. Para as análises anatômicas, as sementes foram fixadas, incluídas, e seccionadas em micrótomo. A espessura do tegumento das sementes foi mensurada através das imagens das secções transversais. O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes, realizado em germitest a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento e tratamentos de superação de dormência), e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. As análises anatômicas demonstraram perda de resistência física das estruturas do tegumento ao longo do armazenamento. A porcentagem de germinação para os tratamentos ao longo do armazenamento, não apresentou diferença significativamente, entretanto, o índice de velocidade de germinação apresentou aumento significativo quando associado a tratamentos de superação de dormência (T2. 7,08- sementes não armazenadas e 9,29-armazenadas 12 meses; T3. 6,01-sementes não armazenadas e 9,42-armazenadas 12 meses). Correlações significativas entre a espessura do tegumento e as variáveis fisiológicas analisadas foram obtidas. O armazenamento por até 12 meses, manteve o alto percentual germinativo das sementes, e quando associado aos tratamentos de superação de dormência, facilitou ação destes a partir de 180 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Canafístula; dormência física; germinação; sementes florestais.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the anatomy and the physiological behavior of *peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seeds during storage, subjected to the action of treatments to overcome dormancy. Mature fruits were collected, and the seeds stored at 5 ° C for a total period of 12 months and subsequently submitted to three treatments to overcome dormancy: (T1 - without scarification, T2 - chiseling and T3 - chemical scarification with sulfuric acid for 10 minutes). At predetermined intervals, the seeds were evaluated using the anatomical analysis of the integument and the germination test. The variables analyzed were anatomy of the seed coat, germination percentage, germination speed index and Pearson correlation between the thickness of the integument and physiological variables. For anatomical analyzes, the seeds were fixed, included, and sectioned in microtome. The thickness of the husk of the seeds was measured through the images of cross-sections. The germination test was conducted with four replications of 25 seeds, held in germitest at 25 ° C with 12 hours photoperiod. The experimental design was completely randomized in a factorial 5x3 (lots storage and dormancy overcoming treatments), and the averages compared by Skott-Knott test at 5% probability. Anatomical analysis showed loss of physical strength of integument structures during storage. The germination percentage for treatments during storage, presented did not differ significantly, however, the germination rate index increased significantly when combined with treatments of scarification (T2. 7.08 not stored seeds and 9.29 -armazenadas 12 months; T3 seed not stored 6.01 and 9.42-stored 12 months). Significant correlations between the thickness of the integument and physiological parameters were obtained. Storage for up to 12 months, maintained the high percentage germination of the seeds, and when associated to the dormancy breaking treatments, facilitated action of these from 180 days of storage.

Keywords: Canafístula; physical dormancy; germination; forest seeds.

INTRODUÇÃO

A presença de formações naturais é indispensável na integração e preservação da biodiversidade, e também na manutenção dos ecossistemas (BARBOSA, 2003). Neste contexto, a restauração de áreas degradadas com espécies nativas é uma alternativa importante para promover a conservação destes ecossistemas, já que em decorrência da grande exploração dos recursos naturais, os remanescentes florestais no Brasil foram fragmentados e reduzidos em relação às suas áreas originais (DIAS et al., 2006).

Em consequência da necessidade de restauração da vegetação, a demanda por sementes e mudas de espécies nativas vem crescendo consideravelmente (SARMENTO e VILLELA, 2010), porém, para obtenção de sucesso na utilização de sementes, alguns fatores como uma germinação rápida e uniforme, seguida por pronta emergência das plântulas são etapas chaves, pois quanto maior o tempo de emergência da plântula, mais vulnerável a mesma estará em função da exposição às condições adversas do ambiente (MARTINS et al., 2000).

Biologicamente, para que ocorra a germinação, é necessário que alguns fatores como disponibilidade hídrica, temperatura, oxigênio e luminosidade estejam presentes, porém, sementes de algumas espécies, mesmo possuindo condições favoráveis do meio acabam não germinando, pelo fato de apresentarem algum tipo de dormência (BEWLEY et al., 2013). Do ponto de vista ecológico, a dormência é um fator positivo, pois por meio dela uma distribuição heterogênea da germinação ao longo do tempo e do espaço é possível, maximizando a sobrevivência de novas plântulas formadas em seu habitat natural (LARCHER, 2000), sendo esta 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 (HILHORST, 2007). Porém, em relação à produção de mudas para a restauração de áreas degradadas, a dormência dificulta a sincronização da germinação das sementes em viveiros, sendo então necessária a utilização de métodos para superá-la, para que assim a produção ocorra com sucesso (MARTINS; MACHADO; NAKAGAWA, 2008).

Na família Fabaceae, a causa mais comum de dormência em sementes é a impermeabilidade do tegumento, caracterizada como dormência exógena-física, onde os envoltórios conferem determinada resistência à entrada de água e/ou gases ao embrião, dificultando o início da sua hidratação e consequentemente do processo germinativo (BEWLEY et al., 2013). De acordo com Baskin e Baskin (2014) a superação da dormência física ocorre mediante a permeabilidade do tegumento, e esta ação em ambientes naturais pode se dar por meio de diferentes estruturas, sendo que na família Fabaceae, o estrofiolo (carúncula), a rachadura hilar e a micrópila (HU et al., 2009), são citadas como estruturas anatômicas que permitem a entrada de água na semente.

A espécie em estudo, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., conhecida popularmente como canafístula, pertence à família Fabaceae, é nativa com ampla ocorrência no Brasil, desde o Estado da Bahia ao Rio Grande do Sul, entretanto, já apresenta ameaça de extinção em alguns estados do país, como São Paulo. Possui floração de outubro a fevereiro e frutificação de abril a maio, sendo característica da Floresta Estacional Semidecidual, e indicada para a restauração de áreas degradadas e mata ciliar, (MATTEI e ROSENTHAL, 2002; CARVALHO, 2002). É uma espécie caducifólia, classificada como pioneira ou secundária inicial, devido sua rusticidade, é comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando clareiras e bordas de mata, apresenta rápido crescimento, o que auxilia na restauração de áreas degradadas (DUTRA et al., 2013). Suas sementes possuem comportamento ortodoxo e apresentam dormência física, imposta pelo tegumento impermeável a água e a gases, impedindo sua hidratação e consequentemente a germinação (PEREIRA; LAURA; SOUZA, 2013).

As espécies florestais apresentam em geral, uma produção irregular de sementes anualmente, além de muitas vezes estas não serem utilizadas imediatamente após a coleta, e por isso necessitam ser armazenadas a fim de manter a sua viabilidade, para utilização futura (KISSMANN et al., 2009), assim, a ação de tratamentos para superação da dormência pode ter sua eficácia aprimorada para algumas espécies, quando submetidas a armazenagem, no entanto, deve-se levar em conta que esse evento pode variar dependendo da intensidade da dormência do lote de sementes, não eliminando a necessidade da aplicação de tratamentos para superação, evitando assim, problemas de baixa emergência e formação do estande de plantas (LOPES e NASCIMENTO, 2012).

Neste sentido, a qualidade fisiológica das sementes é um dos aspectos importantes a serem pesquisado em decorrência de estas estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor (ALIZAGA et al., 1990). Souza e Marcos Filho (2001) mencionaram a estrutura do tegumento da semente

como uma condicionante que pode fornecer informações sobre qualidade fisiológica, vigor e viabilidade das sementes, podendo esclarecer sobre o comportamento das mesmas em determinadas condições, inclusive de armazenamento, sendo que de acordo com Rajjou e Debeaujon (2008), o revestimento da semente, caracterizado pelo tegumento, desempenha funções importantes como a proteção do embrião a estresses durante o armazenamento.

Para Perez; Fanti e Casali (2001), o estudo sobre a germinação das sementes, principalmente em seus aspectos fisiológicos e anatômicos, é um dos fatores responsáveis pela conservação bem sucedida das mesmas e pelo manejo adequado das espécies, sendo que análises anatômicas e histoquímicas são utilizadas comumente para determinar e localizar barreiras mecânicas e/ou químicas no tegumento de sementes e assim orientar métodos de superação de dormência em sementes (FERREIRA; FRANKE; MOÇO, 2011).

Tendo em vista a importância ecológica, ambiental e econômica da espécie, a relevante utilização desta em projetos de restauração de áreas degradadas, assim como sua necessidade de conservação *ex situ*, o presente estudo objetivou avaliar os aspectos anatômicos e o comportamento fisiológico de sementes de *Peltophorum dubium* durante o armazenamento, submetidas à ação de tratamentos para superação da dormência, buscando assim, determinar técnicas adequadas para o manejo da dormência destas, quando expostas a condições de armazenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Peltophorum dubium* foram coletados no mês de abril de 2015 em quatro diferentes matrizes, localizadas no distrito de Sede Alvorada/Cascavel – PR (24°49'41.28"S; 53°38'38.44"O), segundo o padrão de maturação proposto por Müller et al. (2016), quando frutos e sementes se apresentavam com coloração castanho escuro, mediante classificação da Munsell color charts for plant tissues (MUNSELL, 1976). Em seguida, estes foram beneficiados manualmente e as sementes das matrizes homogeneizadas.

O armazenamento das sementes foi conduzido por um período total de 12 meses. Estas foram dispostas em embalagens de papel permeável dentro de recipientes de vidro hermético, com o fundo revestido por sílica gel, vedados com filme de polietileno e acondicionados em condições refrigeradas à 5°C, na ausência de luz, buscando assim, manter um ambiente frio e seco, proposto por Perez et al. (1999).

As avaliações foram realizadas nos seguintes períodos de armazenamento, dividida por lotes: A0 - avaliação inicial (recém colhidas/ não armazenadas), A1 (armazenadas por 60 dias), A2 (armazenadas por 180 dias), A3 (armazenadas por 300 dias) e A4 (armazenadas por 360 dias). Após cada período, as sementes foram retiradas do armazenamento e submetidas a ação de tratamentos para superação da dormência, sendo estes: T1 - sem escarificação, T2 - escarificação mecânica com lixa na região oposta da micrópila e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 10 minutos (PIROLI et al., 2005). Em seguida, as sementes foram avaliadas pela análise anatômica do tegumento e pelo teste de germinação.

Para a análise anatômica do tegumento utilizaram-se 15 sementes de cada período de armazenamento, sendo cinco sementes submetidas para cada um dos tratamentos para superação de dormência citados a cima. Posteriormente estas sementes foram seccionadas transversalmente, à mão livre, e fixadas em FAA 50% (formaldeído, ácido acético e etanol) por 48 horas. Após o processo de inclusão das sementes, realizado mediante trocas exaustivas entre Álcool 70% e Polietilenoglicol 1500 por um período de seis dias, em ambiente de estufa à 60°C, de acordo com metodologia adaptada de Rupp (1964), foram realizadas secções transversais em micrótomato rotativo (Leica), as quais foram coradas com azul de Alcian e Fucsina Básica (KRAUS e ARDUIM, 1997). Em seguida, lâminas semipermanentes foram montadas com auxílio de glicerina 50%. As imagens das secções elaboradas foram capturadas com auxílio da câmera digital acoplada ao Fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando-se o programa DP Controller.

Secções anatômicas obtidas à mão livre também foram submetidas a testes microquímicos para identificar a presença de lignina através de imersão em Floroglucinol Acidificado (Floroglocinol 2% e Ácido clorídrico 18%), e a presença de suberina, lipídios, ceras e cutina com a utilização de Sudan III (KRAUS e ARDUIN, 1997). As pranchas anatômicas foram confeccionadas com auxílio do programa Macromedia Fireworks 8.

A espessura do tegumento das sementes foi mensurada por meio das imagens das secções transversais, com auxílio do programa ImageJ, com escala calibrada, utilizando-se fotos com escala padronizada. Os resultados foram expressos em micrometros. A partir das médias da espessura do tegumento dos lotes armazenados e submetidos aos tratamentos para superação da dormência, foram calculados os coeficientes de correlação simples de Pearson, entre a espessura, a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes.

Para o teste de germinação, as sementes submetidas aos diferentes períodos de armazenamento, passaram pelo procedimento de assepsia, onde foram imersas durante cinco minutos em solução contendo cinco gotas de detergente e 100 mL de água destilada por um período de cinco minutos, com posterior enxágue em água corrente até a completa remoção do detergente. Em seguida, as sementes foram submetidas aos diferentes tratamentos para superação de dormência citados anteriormente, e em seguida, quatro repetições de 25 sementes foram dispostas entre 3 folhas de papel Germitest, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, e acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD, com temperatura de 25°C e fotoperíodo 12/12 horas (BRASIL, 2013).

A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente até o 14º dia (BRASIL, 2013), sendo consideradas como germinadas aquelas que apresentaram comprimento de raiz primária igual ou superior a 2 mm (HADAS, 1976). A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram calculados de acordo com Maguire (1962).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento x tratamentos para superação de dormência). A fim de atender os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), os dados passaram pela transformação arco seno $\sqrt{x}/100$. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) fatorial, e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tegumento das sementes intactas de *Peltophorum dubium* é caracterizado por cutícula espessa sobre uma camada de células paliçadas (macroesclereídes - exostesta), de formato acicular, também designadas como células de Malpighi. Além disso, posicionada na região mediana das células paliçadas e percorrendo transversalmente toda essa camada, ocorre a linha refrativa, denominada linha lúcida (Figura 1A) que segundo Ferreira; Franke e Moço (2011) indica que abaixo da cutícula ocorrem substâncias hidrofóbicas, como a suberina, responsável por tornar o tegumento impermeável à água. A camada paliçada composta por macroesclereídes alongadas e fortemente unidas é uma característica comum da família Fabaceae (BASKIN, 2003).

Internamente à camada paliçada, observa-se uma camada de osteoesclereídes, com constrições medianas, marcando conspícuos espaços intercelulares entre si (Figura 1 - A). De acordo com Cutter (1986), as osteoesclereídes se desenvolvem a partir da hipoderme do tegumento externo e, somadas à camada paliçada, constituem uma característica marcante no que tange à identificação de sementes de leguminosas. Abaixo das osteoesclereídes encontra-se a mesotesta, formada por células parenquimáticas irregulares, de formato arredondado, com paredes espessadas, denominadas braquiesclereídes (Figura 1 - A). Mais internamente, uma nova camada de osteoesclereídes pode ser identificada, sobre a endotesta, juntamente com resquícios de células do tégmen (Figura 1 - A).

A semente de *Peltophorum dubium* é exotestal, uma vez que, de acordo com Appezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2006), esse tipo de semente apresenta a principal camada de tecido mecânico na testa, sendo caracterizado, neste caso, pelas células macroesclereídes e osteoesclereídes. Esta característica pode estar intimamente relacionada à dureza, ao menor grau de umidade quando íntegra e a barreira na absorção de água pelas sementes.

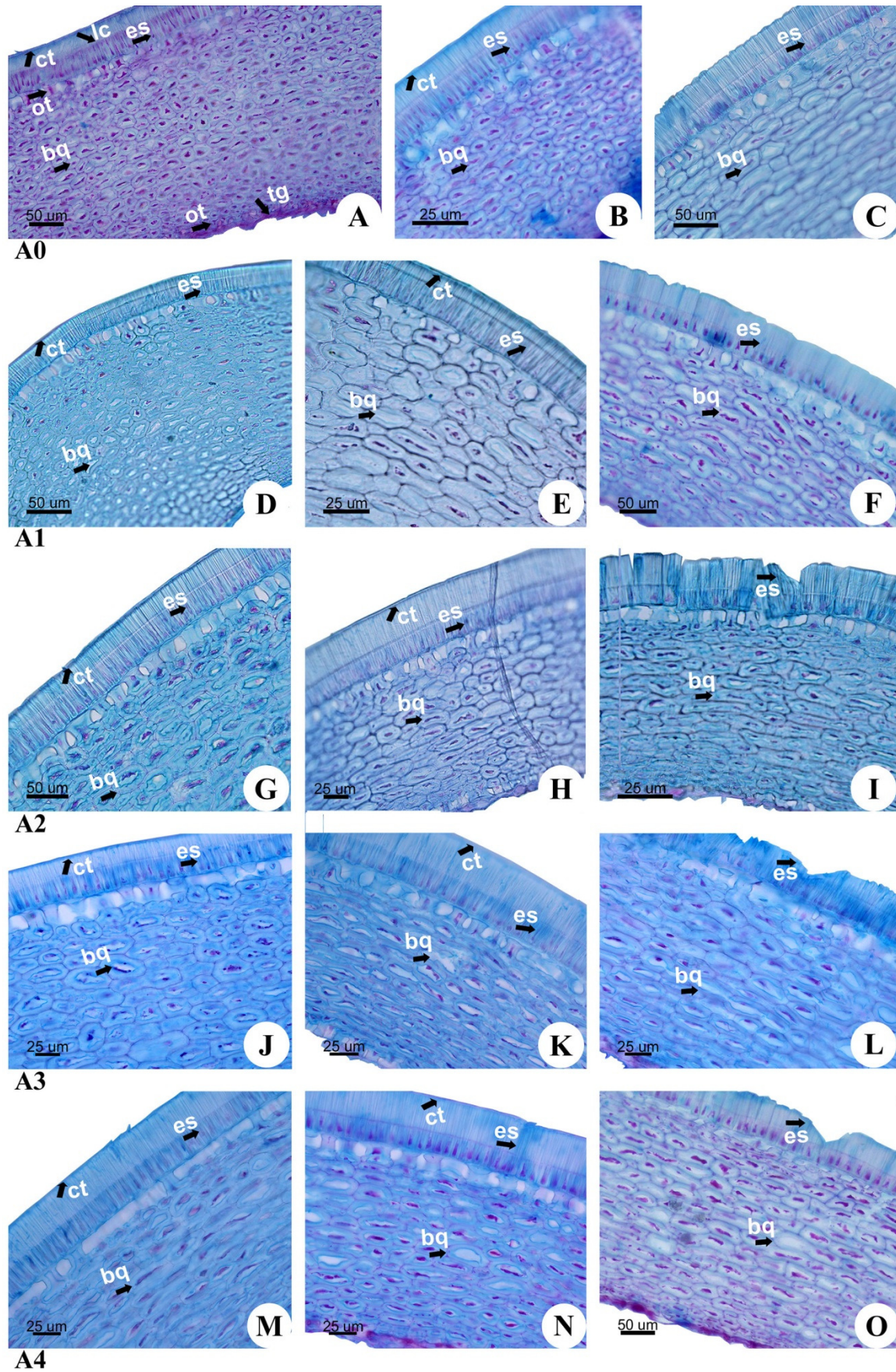


FIGURA 1: Aspectos da anatomia do tegumento de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de armazenamento. (A0) Sementes não armazenadas; (A1) Armazenadas 60 dias; (A2) Armazenadas 180 dias; (A3) Armazenadas 300 dias; (A4) Armazenadas 360 dias; T1-Sem escarificação (A; D; G; J; M); T2-Escarificação mecânica (B; E;

H; K; N); T3-Escarificação química (C; F; I; L; O). ct: Cutícula; lc: Linha lúcida; bq: Braquiesclereídes; ot: Osteoesclereídes; es: Macroesclereídes; tg: Tégmen.

FIGURE 1: Aspects of the anatomy of the integument of seeds of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. subjected to treatments for overcoming dormancy, in function of the storage time. (A0) Seed not stored; (A1) Stored 60 days; (A2) Stored 180 days; (A3) Stored 300 days; (A4) Stored 360 days. T1-Without scarification (A; D; G; J; M); T2-Mechanical scarification (B; E; H; K; N); T3-Chemical scarification (B; E; H; K; N). ct: Cuticle; lc: Lucid line; bq: Braquiesclereídes; ot: Osteoesclereídes; es: Macroesclereídes; tg: Tégmen.

A análise microquímica demonstrou ausência de reação para lignina e reação positiva para lipídios, fortemente evidenciada na região cuticular do tegumento. Esse fator revela a presença de substâncias lipofílicas, com propriedades hidrofóbicas à água, responsáveis por gerar a primeira camada de impermeabilização do tegumento da semente (Figura 2-B) (BASKIN e BASKIN, 2004).

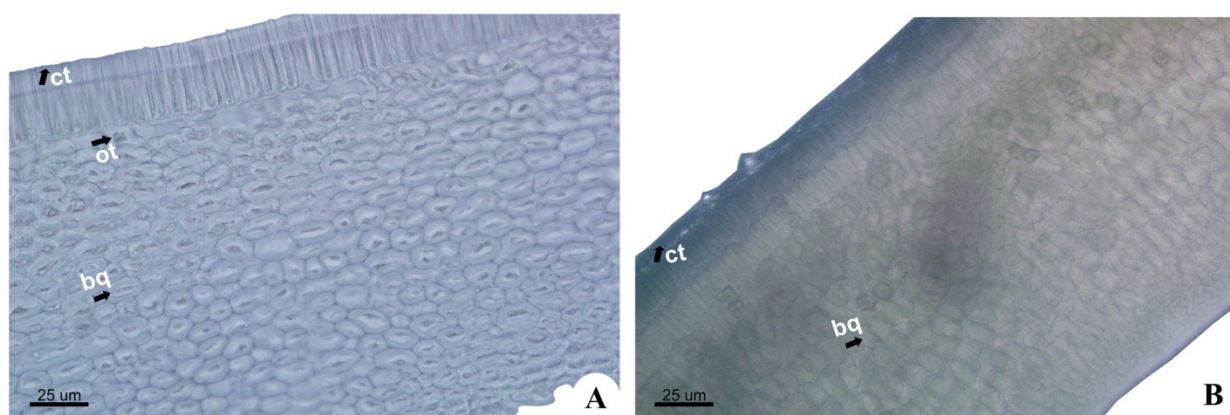


FIGURA 2: Análise microquímica do tegumento de sementes de *Peltophorum dubium* submetidas à coloração com Floroglucinol Acidificado – lignina (A) e Sudan III - lipídeos (B). ct: Cutícula; bq: Braquiesclereídes; ot: Osteoesclereídes.

FIGURE 2: Microchemical analysis of the integument of seeds of *Peltophorum dubium* subjected to coloring with Phloroglucinol Acidified - lignin (A) and Sudan III - lipid (B). ct: Cuticle; bq: Braquiesclereídes; T: Osteoesclereídes.

Para o tratamento T1 (sem escarificação) diferenças anatômicas tegumentares ocorreram ao longo do armazenamento, sendo estas detectadas por meio das células braquiesclereídicas que passaram a exibir formato maior e comprimido (Figura 1 - D, G, J e M). Para este tratamento, a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação não foram alterados estatisticamente ao longo do armazenamento, sendo em média 6,8% e 0,46 sementes/dia respectivamente (Tabela 1).

Para o tratamento T2 (escarificação mecânica) diferenças anatômicas puderam ser constatadas evidentemente no lote A1 - 60 dias de armazenamento (Figura 1 - E), em função da mudança de conformação estrutural das células braquiesclereídicas que passaram a apresentar formato comprimido e um aumento no lúmen. Alterações também ocorreram nos lotes A2, A3 e A4 –180, 300 e 360 dias de armazenamento (Figura 1 - H, K e N), sendo mais evidentes nos dois últimos lotes, onde as referidas células passaram a apresentar rupturas e afrouxamento das paredes, revelando assim seu enfraquecimento e uma maior permeabilidade do tegumento. A porcentagem de germinação deste tratamento não diferiu estatisticamente para os diferentes lotes, sendo em média 95%, porém o índice de velocidade de germinação apresentou diferença estatística, apresentando aumento até 180 dias de armazenamento, (7,08 sementes/dia no lote A0 para 9,53 sementes/dia no lote A3), não diferindo dos demais lotes ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 1).

247 TABELA 1: Porcentagem de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de
 248 *Peltophorum dubium* submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de
 249 armazenamento.
 250 TABLE 1: Percentage of germination (G) and speed of germination index (IVG) of seeds of *Peltophorum*
 251 *dubium* subjected to treatments for overcoming dormancy, in function of the storage time.

Lotes armazenamento (Dias)	G (%)		
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)
Lote A0 – 0	9,0 aB	98,0 aA	96,0 aA
Lote A1 – 60	7,0 aB	96,0 aA	93,0 aA
Lote A2 – 180	8,0 aB	96,0 aA	95,0 aA
Lote A3 – 300	5,0 aB	93,0 aA	95,0 aA
Lote A4 – 360	5,0 aB	92,0 aA	90,0 aA
CV(%)	6,30		

Lotes armazenamento (Dias)	IVG (Sementes/dia)		
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)
Lote A0 – 0	0,36 aC	7,08 cA	6,01 cB
Lote A1 – 60	0,40 aC	8,23 bA	6,87 bB
Lote A2 – 180	0,70 aB	9,53 aA	9,54 aA
Lote A3 – 300	0,40 aB	9,33 aA	9,44 aA
Lote A4 – 360	0,47 aB	9,29 aA	9,42 aA
CV(%)	8,36		

252 Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas) não diferem
 253 estatisticamente entre si pelo Teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV%: Coeficiente de
 254 variação.

255
 256 Ao longo do armazenamento, pode-se observar que para o tratamento T3 (escarificação química) as
 257 alterações anatômicas também ocorreram aos 60 dias de armazenamento (lote A1), (Figura 1 - C),
 258 persistindo nos demais lotes (Figura 1 - F, I, L e O) os quais apresentaram além da remoção da cutícula,
 259 fissuras nas células macro esclereídes, assim como achatamento progressivo e desestruturação nas células
 260 braquiesclereídicas com aumento no lúmen. Estas alterações evidenciam um possível processo de perda de
 261 resistência física mediante o tratamento ao longo do período. A porcentagem de germinação não apresentou
 262 diferença para os lotes, apresentando média de 94%, entretanto o índice de velocidade de germinação
 263 aumentou significativamente até 180 dias de armazenamento (6,01 sementes/dia lote A0 para 9,54
 264 sementes/dia lote A6), não diferindo dos demais (Tabela 1).

265 O tratamento T3 (escarificação química) foi o que apresentou maiores alterações anatômicas quando
 266 comparado com os demais tratamentos, resultado da ação deste em uma área de superfície maior no
 267 tegumento da semente, uma vez que as estas ficaram submersas em ácido sulfúrico por 10 minutos, o que
 268 ocasionou determinadas desestruturas em diferentes camadas tegumentares, fazendo assim com que
 269 houvesse a passagem da água para o interior da semente. Diferentemente, o tratamento T2 (escarificação
 270 mecânica) apresentou modificação anatômica apenas para as células braquiesclereídicas, uma vez que este
 271 tratamento é realizado através de atrito em superfície abrasiva (lixa), na região oposta da micrópila, não
 272 agredindo assim outras regiões da semente, permitindo a entrada da água por esse local e a ocorrência da
 273 embebição, fazendo com que as células braquiesclereídicas apresentem tal formato. Perez (2004) mencionou
 274 que em sementes impermeáveis à água, a ação do ácido sulfúrico no enfraquecimento do tegumento pode ser
 275 resultado da remoção da cutícula e consequente exposição das camadas de macro esclereídes.

276 Quando se comparam os métodos de superação de dormência dentro dos períodos de armazenamento
 277 (Tabela 1), para a porcentagem de germinação, verificou-se que o tratamento T1 (sem escarificação)
 278 apresentou as menores médias, diferindo estatisticamente do tratamento T2 (escarificação mecânica) e T3
 279 (escarificação química), que por sua vez não diferenciaram entre si para essa variável, evidenciando desta

forma, a presença da dormência física e a importância da aplicação dos tratamentos de superação de dormência para o sucesso germinativo da espécie.

Já o índice de velocidade de germinação, para os lotes A0 (sem armazenamento) e A1 (armazenado 60 dias) submetidos ao tratamento T2 (escarificação mecânica) demonstrou as maiores médias, que se diferenciou de T3 (escarificação química) e de T1 (sem escarificação). Entretanto, a partir do lote A2 (armazenado 180 dias), observou-se que os tratamentos T2 e T3 passaram a não apresentar diferença estatística entre si, diferenciando-se apenas do tratamento T1 (sem escarificação). Mediante isso, supõe-se que a corrosão promovida pelo ácido sulfúrico encontrou menor resistência do tegumento neste período, possivelmente em decorrência a uma maior sensibilidade destas sementes ao tratamento, promovido pelo armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ignácio (2013) ao trabalhar com sementes de *Balfourodendron riedelianum*, as quais apresentaram aumento do índice de velocidade de germinação durante o armazenamento por 12 meses, em decorrência da superação gradativa da dormência das sementes, ao longo do tempo. Do contrário, Biruel; Aguiar e Paula (2007) verificaram que para sementes de *Caesalpinia leiostachya*, durante o armazenamento, apesar do enfraquecimento do tegumento, as sementes ficaram mais resistentes à ação do ácido sulfúrico, demonstrando desta forma, que esse comportamento pode variar em função da espécie.

As modificações anatômicas e fisiológicas verificadas ao longo do armazenamento, intensificadas quando em associação aos tratamentos para superação da dormência, possivelmente sejam em decorrência a aplicação da armazenagem, uma vez que de acordo com Qaderi; Cavers e Bernards (2003), durante esse período ocorrem mudanças físicas e químicas que alteram as forças de tensão do tegumento da semente, e consequentemente a sua permeabilidade à água e a gases. De acordo com Jayasuriya et al. (2009), sementes com maior sensibilidade requerem tratamentos de superação de dormência mais suaves e breves, e sementes insensíveis necessitam de tratamentos mais intensos e prolongados.

Alguns trabalhos sugerem que, dependendo da espécie, a superação da dormência física de sementes pode necessitar de uma ou duas etapas, nestes casos, na primeira etapa, as sementes tornam-se sensíveis aos tratamentos de superação de dormência, ainda que permaneçam impermeáveis, e então, na segunda etapa, as sementes tornam-se permeáveis após a exposição às condições ambientais adequadas (GAMA-ARACHCHIGE et al., 2013).

A partir destes resultados, pode-se sugerir que a espécie em estudo, apresentou comportamento semelhante, sendo a primeira sensibilização conferida pelo armazenamento, resultando na maior vulnerabilidade das sementes quando submetidas aos tratamentos de superação de dormência, aumentando o índice de velocidade de germinação, ainda que não tenham se tornado totalmente permeáveis. Resultados semelhantes são relatados por Silva, Albuquerque e Silva (2014) para sementes de *Parkia pendula*, as quais quando armazenadas em câmara refrigerada e seca por seis meses, e em conjunto de tratamento de superação de dormência, apresentaram aumento da porcentagem de germinação e diminuição do tempo médio de emissão da raiz.

Para a superação de dormência física das sementes, é necessário que o tegumento torne-se permeável, e, em ambientes naturais esse processo é atribuído por mudanças específicas do local, como a variação de temperatura e umidade (BASKIN e BASKIN, 2014). Com base nestas informações, e mediante as respostas anatômicas e fisiológicas deste estudo, sugere-se que para sementes de *Peltophorum dubium*, a desestruturação anatômica do tegumento é uma possível rota de passagem de umidade para o seu interior, quando submetidas a condições de ambiente seco, como foi realizado o armazenamento. De acordo com (BASKIN, 2003), é possível que além das estruturas especializadas, a entrada da água também ocorra de forma geral ao longo do revestimento da semente (tegumento), pois a estrutura e a composição química da testa são diferentes em cada espécie.

Pode-se verificar que a espessura do tegumento das sementes de *Peltophorum dubium* ao longo do armazenamento, somada aos diferentes tratamentos de superação de dormência, apresentou correlação significativa ($P < 0,05$) com os parâmetros fisiológicos. Para o tratamento T1 (sem escarificação) a espessura do tegumento com a porcentagem de germinação não obteve correlação significativa, já para o índice de velocidade de germinação a correlação significativa foi negativa de -0,97. Os tratamentos T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química) a espessura do tegumento respondeu a correlações positivas de 0,41 e 0,46 respectivamente e o índice de velocidade de germinação para estes tratamentos obtiveram correlações negativas de -0,91 e -0,90, respectivamente (Tabela 2).

TABELA 2: Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) da espessura do tegumento de sementes de *Peltophorum dubium*, submetidas a tratamentos de superação de dormência, ao longo do armazenamento, entre o índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (G).

TABLE 2: Simple Pearson correlation coefficients (r) of the thickness of the integument of *peltophorum dubium* seeds, subject to overcoming dormancy treatments, along the storage, between the germination speed index (IVG) and percentage of germination (G).

Tratamentos	Espessura tegumento (µm)	
	G (%)	IVG (Sementes/dia)
T1 (sem escarificação)	0,06 ^{ns}	-0,97*
T2 (escarificação mecânica)	0,41*	-0,91*
T3 (escarificação química)	0,46*	-0,90*

*Correlação significativa a 5% de probabilidade. ^{ns}Correlação não significativa.

Ao analisar a espessura do tegumento das sementes para os diferentes tratamentos para superação de dormência, ao longo do armazenamento, pode-se observar o comportamento decrescente durante este período (Tabela 3). Para o tratamento T1 (sem escarificação), a diminuição da espessura sem a ação de tratamento de superação, demonstra o efeito direto do armazenamento sobre esta variável, o qual pode ser responsável por responder à alta correlação negativa com o índice de velocidade de germinação das sementes para este tratamento (Tabela 2). Já para os tratamentos T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química), observa-se que a diminuição da espessura foi também influenciada pela ação dos tratamentos, em especial para T3, que diferiu estatisticamente aos 60 dias de armazenamento (lote A1), não diferindo dos demais.

TABELA 3: Espessura do tegumento de sementes de *Peltophorum dubium* submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de armazenamento.

TABLE 3: Integument thickness of *Peltophorum dubium* seeds submitted to treatments of scarification, as a function of storage time.

Lotes armazenamento (Dias)	Espessura tegumento (µm)		
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)
Lote A0 – 0	63,10 aA	61,62 aB	53,55 aC
Lote A1 – 60	61,30 bA	60,52 bA	52,17 bB
Lote A2 – 180	56,87 cA	57,32 dA	51,20 bB
Lote A3 – 300	61,60 bA	57,55 dB	51,70 bC
Lote A4 – 360	60,80 bA	59,37 cB	51,52 bC
CV(%)	1,33		

Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas) não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV%: Coeficiente de variação.

Mediante isso, verificou-se que ao longo do armazenamento, conforme a espessura do tegumento diminuiu (Tabela 3), o índice de velocidade de germinação das sementes aumentou (Tabela 1), sustentando a evidência de que as alterações na estrutura do tegumento foram responsáveis pelo aumento desta variável, quando associado a tratamentos de superação de dormência, porém, não implicando necessariamente na porcentagem de germinação das sementes. Popinigis (1985) fez referência aos fatores que condicionam a velocidade de absorção de água, dentre eles as características morfológicas e a composição química do tegumento. De acordo com Marcos Filho (2015) o tegumento é o principal modulador das interações entre o ambiente externo e as partes internas das sementes, tendo como uma das principais funções o controle da velocidade de hidratação das sementes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira; Ferreira e Carvalho (2003) trabalhando com sementes de *Senna multijuga*, estes verificaram que o armazenamento contribuiu diretamente para o aumento da permeabilidade do tegumento das sementes que possuem dormência física. Ainda de acordo com Bussinguer (2014), o armazenamento de sementes de *Pterogyne nitens*, associado ao envelhecimento

acelerado, demonstrou-se satisfatório no aumento da porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação, indicando um efeito positivo do armazenamento sobre a superação da dormência física.

Mediante isso, a combinação dos estudos anatômicos e fisiológicos possibilita a formulação de respostas a respeito da superação de dormência, tal como ocorre na natureza, pois em ambientes naturais, as sementes não germinam 100%, e alguns fatores como a alternância de temperaturas, umidade relativa, dentre outros distúrbios ambientais, podem ocorrer resultando na desestruturação tegumentar e superação da dormência física das sementes (CHACHALIS e SMITH, 2000). De acordo com Baskin e Baskin (2004), para algumas espécies com sementes que apresentam dormência física quando expostas a variações sazonais na temperatura e precipitação, em condições ambientais naturais, o período seco pode favorecer a superação da dormência destas por meio da alteração da estrutura do tegumento, sendo que com a chegada do período úmido, estas sementes passam a adquirir água e germinam.

Contudo, ressalta-se ainda que, de acordo com Bruno et al. (2001), a intensidade da dormência de sementes pode variar entre lotes. Estudos ontológicos indicam que a impermeabilidade do tegumento é adquirida na fase final do desenvolvimento das sementes, e varia entre sementes da mesma espécie, coletadas em diferentes locais e anos (ROLSTON, 1978), em decorrência das variações ocorridas na duração do dia, nutrição mineral, disponibilidade de água, dentre outros fatores (PEREZ, 2004). Diante disso, para fins de produção de mudas, bem como para a condução do teste de germinação, é recomendável a realização de um teste preliminar para cada lote de sementes, visando definir o tratamento e o período de escarificação a ser adotado, uma vez que a eficiência destes, assim como a resposta obtida pela armazenagem, podem apresentar variações, em decorrência da intensidade da dormência do lote.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, o armazenamento de sementes de *Peltophorum dubium* em condições de ambiente frio e seco, é um método eficiente para conservação do potencial fisiológico da espécie, pois promoveu aumentos significativos na velocidade de germinação das sementes, quando associado a tratamentos para superação de dormência, o qual é um fator positivo para acelerar e sincronizar o processo germinativo e a produção de mudas em viveiros, auxiliando assim, em projetos de restauração de áreas degradadas.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados da presente pesquisa, verificou-se que o armazenamento de sementes de *Peltophorum dubium* por até 12 meses, nas condições em que foi procedido, promoveu modificações anatômicas tegumentares, apresentando influência positiva para as características fisiológicas avaliadas, uma vez que manteve o alto percentual germinativo das sementes, e quando associado aos tratamentos de superação de dormência, facilitou ação destes a partir de 180 dias de armazenamento, aumentando o índice de velocidade de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIZAGA, R. L. et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 44-58, ago. 1990.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLOQUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 438 p.
- BARBOSA, L. M. et al. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: Pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, jan. 2003.
- BASKIN, C. C. Breaking physical dormancy in seeds – focussing on the lens. **New Phytologist**, Lancaster, v. 158, n. 2, p. 227-238, abr. 2003.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2. ed. San Diego: Academic Press/Elsevier, 2014. 1602 p.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 1-16, mar. 2004.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development and germination**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392p.
- BIRUEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 151-159, jun. 2007.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- BRUNO, R. L. A. et al. Tratamentos pré- germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinioefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 136-143, nov. 2001.
- BUSSINGUER, A. P. **Avaliação de parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. sob duas condições de armazenamento**. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Florestas, 2002. 593 p.
- CHACHALIS, D.; SMITH, M. L. Imbibition behavior of soybean (*Glycine max* L. Merrill) accessions with different testa characteristics. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 28, n. 2, p. 321-331, 2000.
- CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal**. 2. ed. Roca: São Paulo. 1986. 336 p.
- DIAS, E. et al. **Manual de Produção de Sementes de Essências Florestais Nativas**. Campo Grande: UFMS, 2006. 43p.
- DUTRA, T. R. et al. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para a produção de mudas de canafístula. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n.1, p. 72-78, jan. 2013.
- FERREIRA, N. R.; FRANKE, L. B.; MOÇO, M. C. C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em sementes de *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 447-453, fev. 2011.
- GAMA-ARACHCHIGE, N. S. et al. Quantitative analysis of the thermal requirements for stepwise physical dormancy-break in seeds of the winter annual *Geranium carolinianum* (Geraniaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v. 111, n. 5, p. 849-858, jan. 2013.
- HADAS, A. Water Uptake and Germination of Leguminous Seeds in Soils of Changing Matric and Osmotic Water Potential. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 28, n.105, p. 977-985, ago. 1977.
- HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: K. J. BRADFORD.; H. NONOGAKI. **Seed Development, Dormancy and Germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 367 p.
- HU, X.W. et al. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 19, n. 2, p. 73-80, jun. 2009.
- IGNÁCIO, V. L. **Germinação e conservação de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler**. 2013. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.
- JAYASURIYA, K. M. G. G. et al. Sensitivity cycling and mechanism of physical dormancy break in seeds of *Ipomoea hederacea* (Convolvulaceae). **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 170, n. 4, p. 429 - 443, mai. 2009.
- KISSMANN, C. et al. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 104-115, 2009.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Seropédica, 1997. 198 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.
- LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização em sementes hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 28p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015. 659 p.
- MARTINS, C. C. et al. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 47-53, abr. 2000.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 633-639, jul. 2008.
- MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 649-654, dez. 2002.
- MULLER, E. M. et al. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. De diferentes árvores matrizes. **Iheringia-Série Botânica**, Porto Alegre, v.71, n. 3, 2016.

- 483 MUNSELL, A. H. 1976. **Munsell book of color**. Macbeth Division of Kollmorgen, Baltimore. 34 p.
- 484 OLIVEIRA, L. M.; FERREIRA, R. A.; CARVALHO, M. L. M. Germinação de sementes de *Senna*
- 485 *multijuga* (Rich.) Irwin et Barn., sob diferentes condições de radiação luminosa e temperaturas. **Ciência**
- 486 **Agrônômica**, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 213-218, 2003.
- 487 PEREIRA, S. H.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Superação de dormência de sementes como estratégia
- 488 para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p.
- 489 148-156, fev. 2013.
- 490 PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação**: do básico
- 491 ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 125-134.
- 492 PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de sementes de
- 493 canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 155-166, ago. 2001.
- 494 PEREZ, S.C.J.G. A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento
- 495 precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 57-
- 496 68, 1999.
- 497 PIROLI, E. L. et al. Germinação de sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub). tratadas
- 498 para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 13-18, set. 2005.
- 499 POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- 500 QADERI, M. M.; CAVERS, P. B.; BERNARDS, M. A. Pre-and post-dispersal factors regulate germination
- 501 patterns and structural characteristics of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. **New Phytologist**,
- 502 Lancaster, v. 159, n. 1, p. 263-278, jun. 2003.
- 503 RAJJOU, L.; DEBEAUJON, I. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry
- 504 seeds. **Comptes Rendus Biologies**, França, v. 331, n. 10, p. 796-805, set. 2008.
- 505 ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, New York, v. 44, n. 3, p.
- 506 365-396, 1978.
- 507 RUPP, P. Polyglykol als Einbettungsmedium zum Schneiden botanischer Präparate. **Mikrokosmos**,
- 508 Stuttgart, v. 53, n. 1, p. 123-128, 1964.
- 509 SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo**
- 510 **Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 39-44, 2010.
- 511 SILVA, J. R. O.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; SILVA, I. C. O. Armazenamento de sementes de *Parkia*
- 512 *pendula* (Willd.) Benth. ExWalp. (FABACEAE) em diferentes embalagens e ambientes. **Floresta e**
- 513 **Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 457-467, dez. 2014.
- 514 SOUZA, F. H. D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in
- 515 Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1-16, dez. 2001.

REVISTA CIÊNCIA FLORESTAL
ANEXO I
Diretrizes para Autores

1. A revista **CIÊNCIA FLORESTAL** publica artigos técnico-científicos inéditos, resultantes de pesquisa de interesse da área florestal. Também são aceitas notas técnicas e artigos de revisão. Os textos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

2. Para submeter um trabalho para publicação são cobrados os seguintes valores:

§1 Taxa de submissão: R\$50,00 (cinquenta reais). O pagamento dessa taxa não garante a publicação do trabalho.

§2 Taxa de publicação: R\$250,00 (duzentos e cinquenta reais). Esse valor deve ser recolhido somente após o aceite do trabalho.

Os valores devem ser depositados na conta corrente n. 220611-0, da agência do Banco do Brasil n. 1484-2 (FATEC - CNPJ: 89.252.431/0001-59). O comprovante do depósito da taxa de submissão deverá ser enviado juntamente com o trabalho. O comprovante da taxa de publicação deverá ser enviado a **CIÊNCIA FLORESTAL**, por fax (55-3220.8444/22) ou e-mail (cienciaflorestal@ufsm.br), informando o nome do trabalho ao qual se refere o depósito. Os valores depositados não serão devolvidos.

3. Os manuscritos devem ser encaminhados à revista via online por meio da PLATAFORMA SEER. O autor que cadastra o artigo assume a responsabilidade pelas informações, que os demais autores estão de acordo com submissão e que o artigo é inédito. Os conceitos e afirmações emitidas no artigo são de exclusiva responsabilidade dos autores. Contudo, o Conselho Editorial reserva-se o direito de solicitar ou sugerir modificações no texto original.

4. Os artigos devem ser organizados na seguinte sequência:

4.1. Artigo científico e nota técnica: Título, Resumo, Introdução com Revisão de Literatura, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências Bibliográficas. Antes do item Referências Bibliográficas, quando apropriado, mencionar a aprovação pela Comissão de Ética e Biossegurança da Instituição.

4.2. Artigo de revisão bibliográfica: Título, Resumo, Introdução, Desenvolvimento, Considerações finais, Agradecimentos e Referências Bibliográficas.

5. O manuscrito deve ser editado no Microsoft Word, com espaço simples, linhas numeradas continuamente e sem os nomes dos autores, fonte Times New Roman, tamanho 11, tabulação de 1,25 cm, formato A4, com 2 cm de margens esquerda, inferior e superior, e 1,5 cm de margem direita, orientação retrato e máximo de 12 páginas.

6. O Título do manuscrito, com no máximo duas linhas, deve ser centralizado e em negrito, com letras maiúsculas, redigido em português ou espanhol, seguido da versão em inglês.

7. O Resumo deve ser apresentado em um único parágrafo e redigido em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As palavras RESUMO e ABSTRACT devem ser redigidos em letras maiúsculas e centralizados.

8. Logo após o texto do Resumo e do Abstract devem ser incluídos os termos Palavras-chave e Keywords, respectivamente, com alinhamento à esquerda, contendo até quatro termos, separados por ponto e vírgula.

9. Os grandes itens devem ser escritos em letras maiúsculas, alinhados à esquerda. Os demais itens devem obedecer à sequência exemplificada a seguir:

MATERIAL E MÉTODO - (item primário) - todo em maiúsculas e negrito.

Caracterização do local - (item secundário) - só a inicial maiúscula e em negrito.

Solo - (item terciário) - só a inicial maiúscula, em negrito e itálico.

Horizonte A - (item quaternário) - só a inicial maiúscula, em itálico.

10. As siglas e abreviaturas, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, deverão ser colocadas entre parênteses, precedidas do nome por extenso.

11(alterada). Figuras (gráficos e fotografias), com resolução mínima de 300dpi, PODENDO SER EM CORES, sem-contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 17 cm, sempre com orientação da página na forma retrato (fonte: Times New Roman, tamanho da fonte: 11, não-negrito e não-itálico).

12. As figuras e tabelas devem ser auto-explicativas e alocadas no texto logo após sua primeira chamada. A identificação das mesmas deve ser expressa em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As tabelas devem ser produzidas em editor de texto (Word) e não podem ser inseridas no texto como figuras. Para tabelas com conteúdo numérico, as vírgulas devem ficar alinhadas verticalmente e os números centralizados na coluna.

13. Nomes científicos devem ser escritos por extenso (Ex: *Araucaria angustifolia*) e em itálico.

14. Fórmulas editadas pelo módulo Equation Editor, do Microsoft Word, devem obedecer à fonte do texto, com símbolos, subscrito/sobrescrito etc., em proporções adequadas.

15. Citações bibliográficas serão feitas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, usando o sistema "autor-data". Todas as citações mencionadas no texto devem ser relacionadas na lista de Referências Bibliográficas, de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT.

16. Na versão final do artigo o autor deve inserir os nomes dos co-autores, posicionados logo abaixo do título em inglês, e identificados com número sequencial sobrescrito. O chamamento dos autores deve ser indicado no rodapé da primeira página, antecedido do número de identificação.

17. Os manuscritos submetidos à revista passam pela triagem inicial do comitê de área, são enviados para revisores *ad hoc*, devolvidos aos autores para correções e, posteriormente, passam pela avaliação final do Conselho Editorial. Os artigos aceitos são publicados preferencialmente na ordem de aprovação e os não-aceitos são comunicados aos autores. Não são fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis, no formato "pdf", no endereço eletrônico da revista (www.ufsm.br/cienciaflorestal).

18. Em caso de dúvidas, consultar os artigos já publicados ou o Conselho Editorial no e-mail cienciaflorestal@ufsm.br.

19. Consulte também, no item AJUDA, "Um Trabalho Exemplo" no rodapé do link CAPA

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. *A contribuição é original e inédita, e NÃO está sendo avaliada para publicação por outra revista.
2. *Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (DOC ou RTF), não ultrapassando os 2MB.
3. *O texto do trabalho deve estar conforme as NORMAS da revista (em espaço simples, com linhas numeradas de forma continuada, fonte 11 Time New Roman, empregando itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL), Figuras e Tabelas inseridas no texto (logo após o seu chamamento - Figuras em alta resolução, com no mínimo 300 dpi - formato JPEG, RGB ou EXCEL). Leia demais instruções nas NORMAS. Os trabalhos não devem exceder as 12 páginas em espaço simples. ATENÇÃO: trabalhos fora das NORMAS serão devolvidos.
4. *O item 2, §1 das NORMAS foi cumprido? (recolhimento da Taxa de Submissão no valor de R\$50,00 - cinquenta reais - CC 220.611-0, Ag. BB 1484-2, conta do Projeto da revista junto a Fundação). O recibo deve ser enviado com ARQUIVO "Documento Suplementar", logo após o envio do arquivo contendo o trabalho, com o nome COMPROVANTE (através da digitalização do Recibo de Depósito Bancário ou de Transferência, no formato JPG, PDF, BMP, GIF ou JPEG).
5. *O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores (NORMAS), na seção SOBRE - Submissões.

6. *A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word (CUIDADO: verifique as partes em negrito), garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação Cega por Pares.

7. Declaração de Direito Autoral

A CIÊNCIA FLORESTAL se reserva o direito de efetuar, nos originais, alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando, porém, o estilo dos autores.

As provas finais poderão ou não ser enviadas ao autor.

Os trabalhos publicados passam a ser propriedade da revista CIÊNCIA FLORESTAL, sendo permitida a reprodução parcial ou total dos trabalhos, desde que a fonte seja citada. Os originais não serão devolvidos aos autores.

As opiniões emitidas pelos autores dos trabalhos são de sua exclusiva responsabilidade. Cada autor receberá um exemplar da revista.

8. CONTATO

E-mail: cienciaflorestal@ufsm.br - Campus Universitário - Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Rurais/Universidade Federal de Santa Maria - Prédio 44 (CCR II) - Sala 5249 - 2º Piso - CEP: 97105-900 - Santa Maria - RS - BRASIL - Fone: (55)3220.8444 ramal 37 - Fax: (55)3220.8444 ramal 22.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO E A AÇÃO DE MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Scientia Forestalis citada no anexo 1 deste capítulo.

Aspectos fisiológicos de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submetidas ao armazenamento e a métodos para superação da dormência

Physiological aspects of seeds of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submitted to storage and methods for overcoming dormancy

RESUMO - O estudo objetivou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. durante o armazenamento e posteriormente submetidas à ação de tratamentos para superação de dormência (T1. sem escarificação, T2. escarificação mecânica e T3. escarificação química). As sementes foram armazenadas a 5°C por 12 meses. Em intervalos pré-estabelecidos, estas foram avaliadas pela condutividade elétrica, porcentagem, frequência e sincronização da germinação e desenvolvimento inicial das plântulas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento x tratamentos para superação de dormência), e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância. A condutividade elétrica não foi correspondente à qualidade fisiológica das sementes. A porcentagem de germinação para os tratamentos durante o armazenamento não variou significativamente. A frequência da germinação passou a apresentar tendência unimodal para os tratamentos e maior sincronismo, e o desenvolvimento inicial das plântulas foi estimulado. A qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* manteve-se satisfatória durante o armazenamento, e os tratamentos para superação de dormência refletiram maior eficiência a partir de 180 dias, promovendo o aumento da sincronização da germinação das sementes e estímulo ao desenvolvimento inicial das plântulas.

Palavras-chave: Atmosfera controlada, canafístula, conservação de sementes, sementes florestais.

ABSTRACT - The study aimed to evaluate the physiological quality of seeds of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. during storage and later submitted to the action of treatments to overcome dormancy (T1, without scarification, T2, mechanical scarification and T3, chemical scarification). The seeds were stored at 5 ° C for 12 months. At pre-established intervals, these were evaluated by electrical conductivity, percentage, frequency and synchronization of germination and initial seedling development. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme 5x3 (storage lots x treatments to overcome dormancy), and the means were compared by the Skott-Knott test at 5% significance. The electrical conductivity did not correspond to the physiological quality of the seeds. The percentage of germination for treatments during storage did not change significantly. The frequency of germination started to present a unimodal tendency for the treatments and greater synchronism, and the initial development of the seedlings was stimulated. The physiological quality of seeds of *Peltophorum dubium* remained satisfactory during storage, and treatments to overcome dormancy showed higher efficiency after 180 days, promoting an increase in synchronization of seed germination and stimulation of initial seedling development.

Key words: Controlled atmosphere, canafístula, seed storage, forest seeds.

INTRODUÇÃO

A flora arbórea brasileira é uma das mais diversificadas, porém em consequência da falta de conhecimentos técnicos e de conscientização ambiental, a exploração insustentável desse recurso resulta em prejuízos muitas vezes irreversíveis (SILVA et al., 2014). Em decorrência a isso, a demanda por sementes e mudas de espécies nativas

vem crescendo consideravelmente por conta da necessidade da restauração das áreas degradadas (SARMENTO; VILLELA, 2010).

O estudo da propagação por meio de sementes envolve o processo germinativo, que compreende desde a ativação dos processos metabólicos da semente até a emergência da raiz e plúmula, porém, sementes de algumas espécies possuem dormência tegumentar e só germinam mediante condições que alteram a permeabilidade do tegumento, pois neste tipo de dormência os envoltórios da semente são impermeáveis à água, mantendo-a dormente (FOWLER; BIANCHETTI 2000).

Na família Fabaceae, a causa mais comum de dormência em sementes é devido à impermeabilidade do tegumento, caracterizada como dormência física, a qual dificulta o início da hidratação e da germinação (BEWLEY et al. 2013). De acordo com Baskin e Baskin (2014) a superação da dormência física ocorre mediante a permeabilidade do tegumento, sendo que naturalmente esta ação pode se dar por meio de diferentes estruturas anatômicas (HU et al., 2009), e artificialmente por meio da ação de tratamentos como escarificação química e escarificação mecânica (SCALON et al., 2005).

A espécie em estudo, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., conhecida popularmente como canafístula, pertence à família Fabaceae, é nativa com ampla ocorrência no Brasil, desde o Estado da Bahia ao Rio Grande do Sul. Possui floração de outubro a fevereiro e frutificação de abril a maio, sendo característica da Floresta Estacional Semidecidual, e indicada para a restauração de áreas degradadas e mata ciliar, (MATTEI; ROSENTHAL, 2002; CARVALHO, 2010). É uma espécie caducifólia, classificada como pioneira ou secundária inicial, e devido sua rusticidade, é comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando clareiras e bordas de mata, apresenta rápido crescimento, o que auxilia na restauração de áreas degradadas (DUTRA et al., 2013). Suas sementes possuem comportamento ortodoxo e apresentam dormência física, impedindo sua hidratação e conseqüentemente a germinação (PEREIRA et al., 2013).

Além de sua importância ecológica e ambiental, a espécie possui limitações quanto ao processo de formação de mudas, devido à ocorrência de dormência física em suas sementes, promovendo a germinação de forma lenta e em baixa porcentagem, sendo um empecilho do ponto de vista do viveirista (EIRA et al., 1993). Porém, ecologicamente a dormência possui fundamental importância pois proporciona a germinação ao longo do tempo e do espaço (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As espécies florestais apresentam, em geral, uma produção irregular de sementes anualmente, além de muitas vezes não serem utilizadas imediatamente após a coleta, e por isso necessitam ser armazenadas, visando à utilização futura de forma com que mantenham a sua viabilidade (KISSMMANN et al., 2009). Após o armazenamento, sementes de algumas espécies que apresentam dormência tegumentar, quando submetidas a métodos para superação, estes podem apresentar eficiência diferenciada, uma vez que a ação dos mesmos depende da intensidade da dormência, a qual está relacionada com a espécie, o lote de sementes, a época de maturação/colheita dos frutos, e também com o armazenamento das sementes (OLIVEIRA et al., 2008).

Perez et al. (1999) e Seneme et al. (2012) relatam sobre o armazenamento das sementes da espécie, que pode ser realizado por até dois anos sem perda significativa da qualidade fisiológica, porém, são escassas informações a respeito do comportamento destas aos tratamentos para superação de dormência após o período de armazenagem, tornando-se relevantes estudos que investigam determinada questão, buscando assim, gerar conhecimentos para o manejo adequado da espécie após a armazenagem.

Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* durante o armazenamento, e posteriormente submetidas à ação de métodos de superação de dormência física.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste (Cascavel). Frutos maduros de *Peltophorum dubium* foram coletados no mês de abril de 2015 de quatro matrizes, localizadas no distrito de Sede Alvorada/Cascavel – PR (24°49'41.28"S; 53°38'38.44"O), seguindo o padrão de maturação proposto por Müller et al. (2016), quando frutos e sementes apresentavam coloração castanho escuro, mediante classificação da Munsell color charts for plant tissues (MUNSELL, 1976). Em seguida, estes foram beneficiados manualmente e as sementes das matrizes homogeneizadas.

Inicialmente, o teor de água das sementes recém colhidas foi determinado por meio do método estufa a 105°C por 24 horas, utilizando-se 4 repetições de 3g de sementes, conforme metodologia descrita por Brasil (2013).

O armazenamento das sementes foi conduzido por um período total de 12 meses. Estas foram dispostas em embalagens de papel permeável, dentro de recipientes de vidro hermético, com o fundo revestido por sílica gel, vedados com filme de polietileno e acondicionados em condições refrigeradas à 5°C, na ausência de luz, buscando assim, manter um ambiente frio e seco, proposto por Perez et al. (1999).

As avaliações foram realizadas em períodos pré-determinados, classificados por lotes: A0 - avaliação inicial (recém colhidas/ não armazenadas), A1 (armazenadas 60 dias), A2 (armazenadas 180 dias), A3 (armazenadas 300 dias) e A4 (armazenadas 360 dias). Após cada período, as sementes foram retiradas do armazenamento e submetidas à ação de tratamentos para superação de dormência, sendo: T1 – sementes intactas/sem escarificação, T2 - escarificação mecânica com lixa na região oposta da micrópila e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 10 minutos (PIROLI et al., 2005).

As variáveis analisadas foram: teor de água, condutividade elétrica, espessura do tegumento, porcentagem de germinação, frequência e sincronização da germinação e desenvolvimento inicial das plântulas.

A condutividade elétrica das sementes foi realizada pelo sistema de massa, após cada período de armazenamento, utilizando quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento de superação de dormência. Estas foram inicialmente pesadas e colocadas em copos plásticos contendo 50 mL de água deionizada e mantidas a 25°C por 24 horas. Em seguida, a leitura da condutividade elétrica da água de embebição das sementes foi realizada em condutivímetro modelo mCA150. A condutividade elétrica da água inicial foi descontada e o valor final foi dividido pelo peso das sementes. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$, conforme metodologia descrita por Aosa (1983) citada por Perez e Negreiros (2001).

A espessura do tegumento das sementes foi mensurada por meio das imagens das secções transversais, com auxílio do programa ImageJ, utilizando-se 5 sementes pertencentes a cada lote de armazenamento e a cada tratamento. Para isso, as sementes foram fixadas em FAA 50% (formaldeído, ácido acético e etanol) e inclusas mediante trocas exaustivas entre Álcool 70% e Polietilenoglicol 1500 de acordo com metodologia adaptada de Rupp (1964). As secções foram realizadas em micrótomo rotativo (Leica), e coradas com azul de Alcian e Fucsina Básica (KRAUS; ARDUIM, 1997). Em seguida, lâminas semipermanentes foram montadas com auxílio de glicerina 50%. As imagens das secções elaboradas foram capturadas com auxílio da câmera digital acoplada ao Fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando-se o programa DP Controller.

A partir das médias da espessura do tegumento, obtidas por meio das secções transversais dos lotes armazenados e submetidos aos tratamentos, foram calculados os coeficientes de correlação simples de Pearson, entre a espessura e a condutividade elétrica das sementes.

Para a frequência e sincronização da germinação, as sementes submetidas aos diferentes períodos de armazenamento, passaram pelo procedimento de assepsia, onde foram imersas em solução contendo cinco gotas de detergente e 100 mL de água destilada por um período de cinco minutos, seguido do enxágue em água corrente até a completa remoção do detergente (BRASIL, 2013).

Quatro repetições de 25 sementes, após serem submetidas aos tratamentos para superação de dormência, foram dispostas entre três folhas de papel Germitest, umedecidos com água destilada na proporção 2,5 vezes o seu peso seco, e acondicionadas em câmara de germinação, com temperatura de 25°C e fotoperíodo 12/12 horas (BRASIL, 2013).

A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente até o 14º dia (BRASIL, 2013), sendo consideradas como germinadas aquelas que apresentaram comprimento de raiz primária igual ou superior a 2 mm (HADAS, 1976). As variáveis analisadas foram: porcentagem, frequência e sincronização da germinação (SANTANA; RANAL, 2004).

O desenvolvimento inicial das plântulas foi avaliado ao final do teste de germinação, após cada período de armazenamento, sendo realizado aleatoriamente com cinco plântulas por repetição, totalizando 20 plântulas por tratamento, coletadas para medições do comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA), com auxílio de paquímetro digital.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento x tratamentos para superação de dormência). A fim de atender os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), os dados de porcentagem de germinação passaram pela transformação arco seno raiz quadrada de $x/100$. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância

(ANOVA) fatorial, e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes reduziu ao longo do período de armazenamento, mantendo-se próximo a 8% como demonstrado na Fig. 1. Esse declínio ocorreu, pois as sementes são consideradas estruturas higroscópicas, com capacidade de absorver ou perder água no ambiente em que se encontram (MERRIT et al., 2003). Estes resultados permitem verificar que a embalagem impermeável utilizada foi eficiente, impedindo a troca de água vapor com o ambiente externo, mediante a presença da sílica que possibilitou a manutenção do ambiente seco.

Entra a figura 1.

Segundo Hoekstra et al. (2001), o que possibilita sementes ortodoxas, como *Peltophorum dubium*, permanecerem viáveis mesmo em baixos níveis de umidade, é a capacidade do citoplasma de células não umedecidas tornar-se vítreo, permitindo assim, a sobrevivência por períodos prolongados, sendo que essa tolerância, considerada como um mecanismo de proteção celular, contribui para a dispersão das sementes e permite que a espécie sobreviva durante épocas desfavoráveis para o crescimento da planta.

O teste de condutividade elétrica das sementes demonstrou comportamento distinto para as sementes pertencentes aos lotes e submetidas à ação de tratamentos de superação de dormência. Para o tratamento T1 (sementes intactas), após 180 dias de

armazenamento (lote A2) o aumento obtido foi em nove vezes em relação ao lote não armazenado (A0), não diferindo dos demais lotes. Para o tratamento T2 (escarificação mecânica), a condutividade elétrica aos 180 dias (lote A2) diferiu duplicando o seu valor, não diferindo mais até o final do período. Para o tratamento T3 (escarificação química), o aumento significativo foi de quase três vezes aos 180 dias de armazenamento (lote A2), e em seguida ocorreu declínio significativo para os dois últimos lotes de armazenamento (Tab. 1).

Entra a tabela 1.

Para o teste de condutividade elétrica, altos valores de condutividade indicam que as sementes apresentam baixa qualidade, pelo fato de que aumento da quantidade de lixiviados na água de embebição está diretamente relacionado com a degradação das membranas e perda do controle da permeabilidade (VIEIRA et al., 2002).

Entretanto, segundo Krzyzanowsk et al. (1999), a liberação dos eletrólitos na água de embebição das sementes, é também diretamente proporcional a permeabilidade tegumentar, uma vez que de acordo com Souza e Marcos Filho (2001) e Carvalho et al. (2002), o tegumento é o principal modulador das interações entre o ambiente externo e interno das sementes, e este pode ocasionar na liberação mais ou menos acentuada dos lixiviados em sementes que possuem dormência física, quando submetidas ao teste de condutividade elétrica, o qual pode não corresponder com a real qualidade fisiológica das sementes em alguns casos.

Quando comparando os tratamentos para superação de dormência ao longo do armazenamento, observa-se que o tratamento T2 (escarificação mecânica) foi o que

apresentou os maiores valores de condutividade elétrica para a maioria dos lotes, diferindo estatisticamente de T1 (sementes intactas) e T3 (escarificação química) (Tab. 1), resposta essa possivelmente em decorrência da forma com que este tratamento é empregado, uma vez que ocorre a remoção total da barreira física no local em que é realizada a escarificação, e conseqüentemente, isso proporciona a maior permeabilidade à passagem de lixiviados.

Além disso, podemos observar que a condutividade elétrica das sementes obteve correlações significativas com a espessura do tegumento destas, mensurada ao longo do armazenamento, em função dos tratamentos de superação de dormência (Tab. 2). Para o tratamento T1 (sementes intactas) a correlação obtida, considerada como moderada e negativa em -0,62 demonstra que ao longo do armazenamento, a espessura do tegumento sofreu alteração, sendo diminuída, e em contrapartida, a condutividade elétrica das sementes aumentou aos 180 dias de armazenamento (lote A2), não diferindo mais até o final do período de avaliação.

Entra a tabela 2.

Já para os tratamentos T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química) as correlações obtidas, também foram significativas e negativas, consideradas altas em -0,91 e -0,81 respectivamente, demonstrando que os tratamentos para superação de dormência, associados ao armazenamento, refletiram em uma maior diminuição da espessura do tegumento das sementes, que por sua vez, resultaram em elevados valores de condutividade já para o primeiro lote de sementes não armazenadas (lote A0), demonstrando assim, a possível influência do tegumento das sementes no processo de

lixiviação dos íons da condutividade, e que este teste por sua vez, não apresentou resultados condizentes com a real qualidade fisiológica destas sementes, durante o armazenamento.

Em relação à porcentagem de germinação, os diferentes tratamentos não apresentaram diferença estatística ao longo do armazenamento, obtendo média de 6,8% para T1, 95% para T2 e 94% para T3.

Quando comparando os métodos de superação de dormência dentro dos lotes de armazenamento, a porcentagem de germinação para tratamento T1 (sementes intactas) apresentou as menores médias, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, que por sua vez não diferenciaram entre si, evidenciando desta forma a presença da dormência física e a importância da aplicação dos tratamentos de superação para o sucesso germinativo da espécie, mesmo após o armazenamento. De acordo com Baskin et al. (2000) esta é a mais comum das categorias de dormência, ocorrendo em 15 famílias de angiospermas, sendo bastante representativa na família Fabaceae.

Pode-se verificar que a frequência e a sincronização da germinação apresentaram variação em relação aos lotes e aos tratamentos para superação de dormência (Fig. 2).

Entra a figura 2.

Para o lote de sementes A0 (não armazenadas), a germinação ocorreu de forma lenta, apresentando picos polimodais para o tratamento T1 (sementes intactas), com desvio do tempo de germinação à direita da moda principal da distribuição das frequências, sendo que ao longo do armazenamento observa-se uma leve redução deste caráter polimodal, assim como o aumento no índice de sincronização da germinação, representado pela

diminuição dos valores desta variável (Fig. 2), que para os dois últimos lotes armazenados (A3 e A4) os valores foram zero, e neste caso, de acordo com Ranal e Santana (2006) a sincronia é calculada apenas se duas sementes ou mais germinarem num mesmo instante, sendo que o valor será um quando a germinação de todas as sementes ocorrem ao mesmo tempo, e será zero quando pelo menos duas sementes germinarem uma em cada tempo.

De acordo com Godoi e Takaki (2004) O padrão de distribuição heterogêneo da germinação, como verificado para as sementes do tratamento T1 (sementes intactas), possui significado adaptativo para sementes que apresentam dormência, uma vez que o atraso na germinação pode aumentar a probabilidade das plântulas encontrarem condições favoráveis para o seu desenvolvimento, em ambiente mutável.

Para os tratamentos de superação de dormência T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química) após o armazenamento, os polígonos de frequência apresentaram tendência unimodal, com assimetria negativa (cauda da distribuição voltada para a esquerda da moda principal). Ao longo do período de armazenamento, essa tendência foi reforçada, aumentando também o índice de sincronização da germinação, sendo que partir de 180 dias de armazenamento (lote A2) a germinação concentrou-se nos primeiros quatro dias para ambos os tratamentos, mantendo-se até o lote A4 (360 dias armazenadas), resultando em uma maior uniformidade desta (Fig. 2), demonstrando assim a associação entre a frequência da germinação e o índice de sincronização da germinação, como já relatado por (BUFALO et al., 2012).

Os menores valores para o índice de sincronização indicam um sistema mais ordenado, com maior quantidade de informação, relacionado com eventos metabólicos do processo germinativo (SANTANA; RANAL, 2006). De acordo com Marcos Filho (2015) a velocidade e o sincronismo da germinação são importantes, pois permitem a redução do grau de exposição das sementes e das plântulas a fatores ambientais adversos.

Vale ressaltar ainda que para o tratamento T1 (sementes intactas) os menores valores médios para o sincronismo foram obtidos em relação aos demais tratamentos, e esse fato deve-se em decorrência de que menos sementes germinaram ao mesmo tempo, uma vez que este tratamento apresentou a menor média para o percentual germinativo.

O desenvolvimento inicial das plântulas, caracterizado pelas avaliações de comprimento de parte aérea e raiz, também apresentaram variações para os lotes de armazenamento e em relação aos tratamentos para superação de dormência. Para as sementes do tratamento T1 (sementes intactas), o comprimento de parte aérea e raiz obtiveram diferença significativa, apresentando aumento de 1,39 cm para a parte aérea e 1,93 cm para raiz quando estas ficaram armazenadas 360 dias (lote A4) (Fig. 3-A).

Entra a figura 3.

Da mesma forma, para os tratamentos de superação de dormência T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química) o comprimento de parte aérea diferenciou estatisticamente, apresentando aumento de 1,76 cm e 1,61 cm respectivamente, para sementes armazenadas por 300 dias (lote A3), não diferindo do último lote de armazenamento. Já o comprimento de raiz destes tratamentos, diferenciou estatisticamente aos 60 dias de armazenamento, apresentando aumento de 3,06 cm para T2 e 0,37 cm para T3, não diferindo dos demais lotes armazenados (Fig. 3-B e C).

Pode-se observar a relação existente entre o desenvolvimento inicial das plântulas e a sincronização da germinação das sementes, que por sua vez apresentou aumento já para o primeiro lote de sementes armazenado (A1) em todos os tratamentos, demonstrando que o armazenamento, além de ter influenciado o comportamento

germinativo das sementes em um tempo menor, promoveu um melhor desempenho do desenvolvimento inicial das plântulas, conferindo-lhes assim, maior possibilidade de resistência e estabelecimento quando em ambientes com condições adversas.

Quando comparado os tratamentos de superação de dormência ao longo do armazenamento, observa-se que tanto para o comprimento de parte aérea quanto para comprimento de raiz, o tratamento T1 (sementes intactas) foi o que correspondeu as menores médias durante este período, diferindo de T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química), evidenciando desta forma o melhor desempenho das plântulas quando em associação aos tratamentos de superação de dormência física (Fig. 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por Roversi et al. (2002), com sementes de *Acacia mearnsii*, as quais quando submetidas a escarificação mecânica, apresentaram plântulas com maior comprimento radicular. Melo e Junior (2006) para sementes de *Cassia grandis*, quando submetidas a tratamentos de superação de dormência com ácido sulfúrico e escarificação mecânica, observaram a ocorrência do maior desempenho para comprimento de raiz e de parte aérea de plântulas.

Contudo, ressalta-se ainda que, de acordo com Bruno et al. (2001), a intensidade da dormência de sementes pode variar entre lotes, uma vez que a impermeabilidade do tegumento é adquirida na fase final do desenvolvimento das sementes, sendo esta variação decorrente das condições climáticas e ambientais ocorrentes durante este período, em que a matriz produtora de sementes é submetida (PEREZ, 2004). Diante disso, recomenda-se a realização de um teste preliminar para cada lote de sementes, visando definir o tratamento e o período de escarificação ideal a ser adotado, uma vez que a eficiência destes, assim como a resposta obtida pela armazenagem, podem apresentar variações, em decorrência da intensidade da dormência do lote.

Desta forma, a conservação da qualidade fisiológica das sementes de *Peltophorum dibium* em condições de câmara fria por até 12 meses, não exige a semeadura imediata

das sementes após a colheita, e face à excelente capacidade germinativa após este período, considera-se esta uma espécie promissora, com características que contribuem com projetos para restauração de áreas degradadas, e com a conservação e manejo dos recursos naturais.

CONCLUSÕES

A qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* manteve-se satisfatória durante o armazenamento, e os tratamentos para superação de dormência refletiram maior eficiência a partir de 180 dias, promovendo o aumento da sincronização da germinação das sementes e estímulo ao desenvolvimento inicial das plântulas.

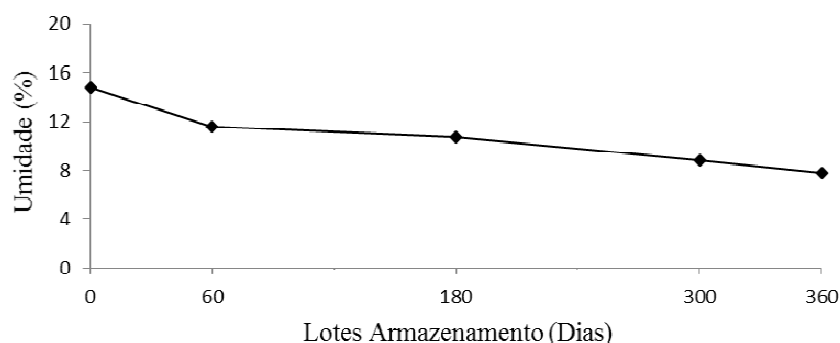


Figura 1 - Grau de umidade de sementes de *Peltophorum dubium* em função do tempo de armazenamento.

Figure 1 - Moisture content of *Peltophorum dubium* seeds as a function of storage time.

Tabela 1 - Condutividade elétrica de sementes de *Peltophorum dubium* submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de armazenamento. T1. (sementes intactas/sem escarificação); T2. (escarificação mecânica); T3. (escarificação química).

Table 1 - Electric conductivity of *Peltophorum dubium* seeds submitted to treatments of dormancy overcoming, as a function of storage time. T1. (intact seeds/ without scarification); T2. (mechanical scarification); T3. (chemical scarification).

Lotes armazenamento (Dias)	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)		
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)
Lote A0 – 0	13,16 bC	79,48 cA	55,46 dB
Lote A1 – 60	14,95 bC	108,19 bA	61,17 dB
Lote A2 – 180	119,59 aC	136,7 aB	159,89 aA
Lote A3 – 300	121,74 aA	128,76 aA	121,98 bA
Lote A4 – 360	111,09 aB	127,77 aA	104,27 cB
CV(%)	6,30		

Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas) não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV%: Coeficiente de variação.

Tabela 2: Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) entre a espessura do tegumento e condutividade elétrica de sementes de *Peltophorum dubium*, submetidas a tratamentos de superação de dormência, ao longo do armazenamento. T1. (sementes intactas/sem escarificação); T2. (escarificação mecânica); T3. (escarificação química).

Table 2: Pearson's (r) simple correlation coefficients between tegument thickness and electrical conductivity of *Peltophorum dubium* seeds, submitted to treatments of dormancy overcoming, throughout storage. T1. (intact seeds/ without scarification); T2. (mechanical scarification); T3. (chemical scarification).

Tratamentos	Espessura tegumento (μm)
	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
T1	-0,62*
T2	-0,91*
T3	-0,81*

*Correlação significativa a 5% de probabilidade.

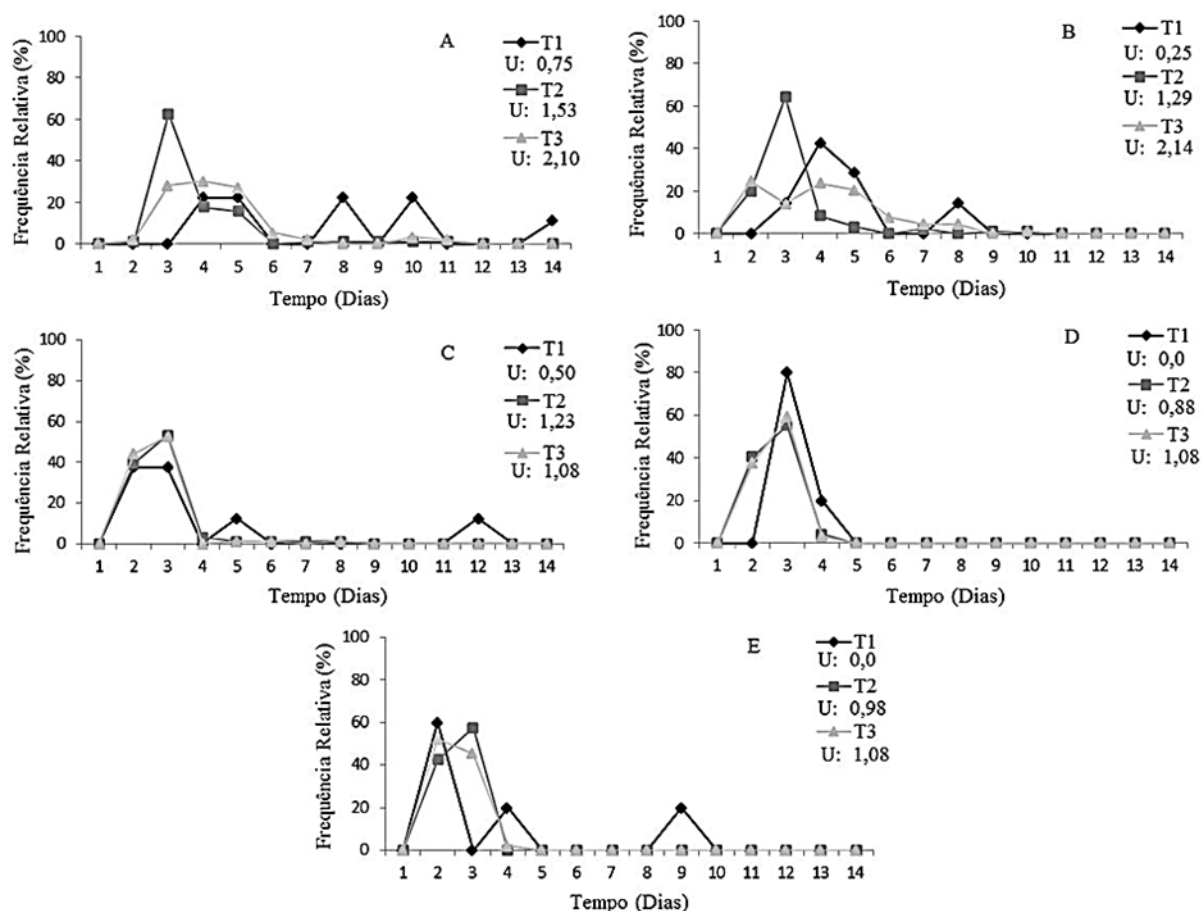


Figura 2. Polígonos de frequência relativa (%) da germinação de sementes de *Peltophorum dubium*, submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de armazenamento. (A) Sementes não armazenadas; (B) Armazenadas 60 dias; (C) Armazenadas 180 dias; (D) Armazenadas 300 dias; (E) Armazenadas 360 dias. T1. (sementes intactas/sem escarificação); T2. (escarificação mecânica); T3. (escarificação química). U: sincronização da germinação.

Figure 2. Relative frequency polygons (%) of germination of *Peltophorum dubium* seeds, submitted to treatments of dormancy overcoming, as a function of storage time. (A) Seeds not stored; (B) Stored 60 days; (C) Stored 180 days; (D) Stored 300 days; (E) Stored 360 days. T1. (intact seeds/without scarification); T2. (mechanical scarification); T3. (chemical scarification). U: synchronization of germination.

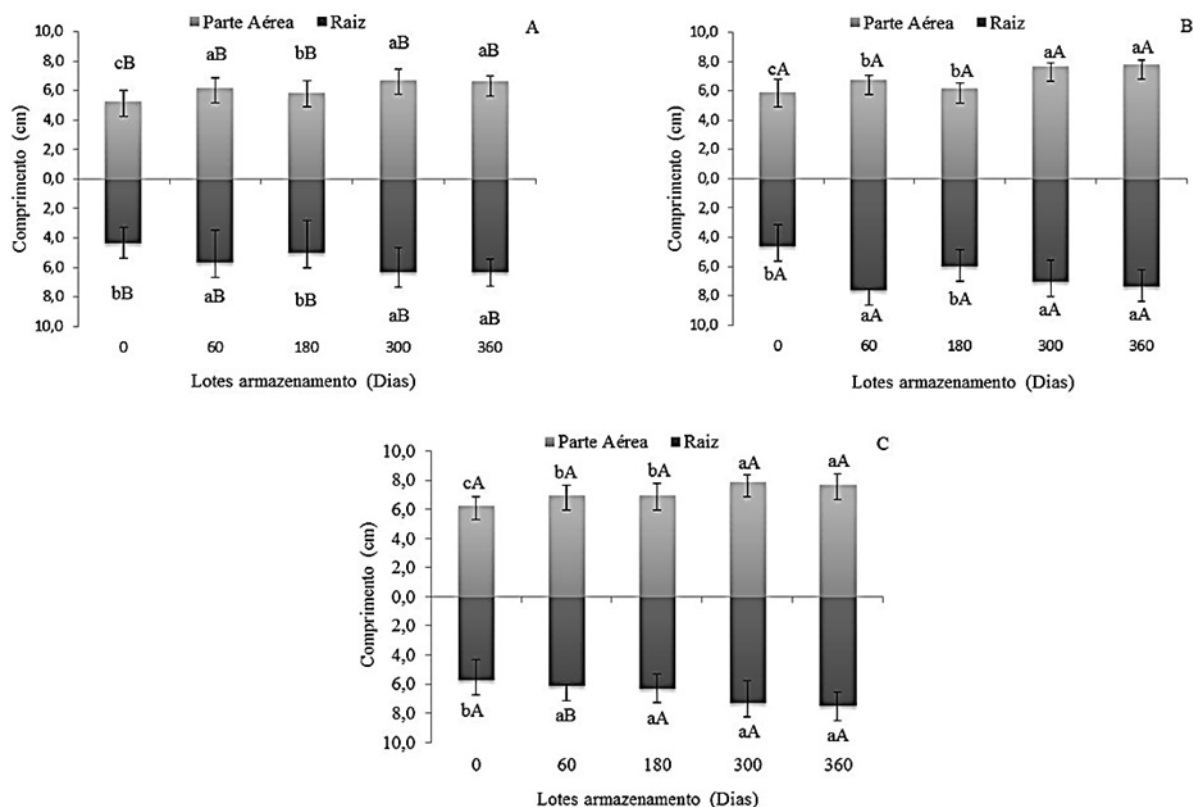


Figura 3. Comprimento médio de raiz e parte aérea de plântulas de *Peltophorum dubium*, oriundas de sementes submetidas a tratamentos de superação de dormência, em função do tempo de armazenamento. (A) T1. (sementes intactas/sem escarificação); (B) T2. (escarificação mecânica); (C) T3. (escarificação química). Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para lotes armazenamento e maiúscula para tratamentos de superação de dormência) não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Figure 3. Average length of root and shoot of *Peltophorum dubium* seedlings, from seeds submitted to treatments of dormancy overcoming, as a function of storage time. (A) T1. (intact seeds/ without scarification); (B) T2. (mechanical scarification); (C) T3. (chemical scarification). Means followed by the same letter (lowercase for storage lots and upper case for upper dormancy treatments) do not differ statistically from one another by the Skott-Knott test at the 5% probability level.

REFERÊNCIAS

- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; LI, X. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, Malden, v. 15, n. 2, p. 139-152, 2000.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press/Elsevier, 2014. 1602 p.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Springer, 2013. 392 p.
- BUFALO, J.; AMARO, A. C. E.; ARAÚJO, H. S.; CORSATO, J. M.; ONO, E. O.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D. Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 931-940, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. 98 p.
- BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; PAULA, R. C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinhoefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2011.
- CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, L. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Citrumelo swingle*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Florestas, 2010. 644 p.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para a produção de mudas de canafístula. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 72-78, 2012.
- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Florestas, 2000. 27 p.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brasilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n.2, p.185-191, 2004.
- HADAS, A.. Water Uptake and Germination of Leguminous Seeds in Soils of Changing Matric and Osmotic Water Potential. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 28, n. 105, p. 977-985, 1976.
- HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends Plant Science**, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 431-438, 2011.

- HU, X. W.; WANG, Y. R.; WU, Y. P.; BASKIN, C. C. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 19, n. 2, p. 73-80, 2009.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Seropédica, 1997. 198 p.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. 218 p.
- KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; ROBAINA, A. D. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 104-115, 2009.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2015. 659 p.
- MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 649-654, 2002.
- MELO, R. R.; JÚNIOR, F. R. Superação de dormência em sementes e desenvolvimento inicial de canafístula (*Cassia grandis* L.f.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 7, p. 1-15, 2006.
- MERRITT, DAVID.; TOUCHELL, D. H.; SENARATNA, TISSA.; DIXON, K.W.; SIVASITHAMPARAM, KRISHNAPILLAI. Water sorption characteristics of seeds of four Western Australian species. **Australian Journal of Botany**, Austrália, v. 51, n. 1, p. 85-92, 2003.
- MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. De diferentes árvores matrizes. **Iheringia**. Série Botânica, Porto Alegre, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.
- MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Balbatimore: Macbeth Division of Kollmorgen, 1976. 34 p.
- OLIVEIRA, D. A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E. A.; BRAGA, R. F.; PIMENTA, M. A. S.; VELOSO, M. D. M. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. – Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1001-1009, 2008.
- PEREIRA, S. H.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 148-156, 2013.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999.

- PEREZ, S. C. J. G. A.; NEGREIROS, G. F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 175-183, 2001.
- PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In **Germinação: do básico ao aplicado** (Ferreira, A. G.; Borghetti, F.). Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 125-134.
- PIROLI, E. L.; CUSTODIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. Germinação de sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.
- ROVERSI, T.; MATTEI, V. L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; FALCK, G. L. Superação da dormência em sementes de acácia negra (*Acacia mearnsii* Willd.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 161-163, 2002.
- RUPP, P. Polyglykol als Einbettungsmedium zum Schneiden botanischer Präparate. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 53, n. 1, p. 123-128, 1964.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, Universidade de Brasília, 2004. 248 p.
- SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 39-44, 2010.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; FILHO, H. S. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R. M.; MACEDO, M. C.; KISSMANN, C. Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.
- SILVA, J. R. O.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; SILVA, I. C. O. Armazenamento de Sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (FABACEAE) em Diferentes Embalagens e Ambientes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 457-467, 2014.
- SOUZA, F. H. D.; MARCOS-FILHO, J. The seedcoat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 365-375, 2001.
- VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

ANEXO I
REVISTA SCIENTIA FORESTALIS
DIRETRIZES PARA AUTORES

Normas para submissão do manuscrito

Diretrizes para Autores

A revista Scientia Forestalis publica artigos científicos originais e inéditos relacionados com aspectos biológicos, ecológicos, econômicos e sociais do manejo, produção e uso de florestas e seus recursos naturais.

Os manuscritos submetidos devem apresentar mérito científico, ou seja, contribuir para o avanço do conhecimento científico, e não podem ter sido publicados ou encaminhados simultaneamente para outros periódicos.

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), sendo o conteúdo de responsabilidade do autor.

Serão aceitos manuscritos em Português, Inglês e Espanhol. Textos em Inglês e espanhol passarão por avaliação do revisor de idioma, e estará sujeito à recusa ou devolução para readequação gramatical. Caso seja de interesse do autor, a revista poderá indicar revisores de idioma.

TAXA DE PUBLICAÇÃO

A comissão editorial da revista Scientia Forestalis informa que, a taxa de publicação de artigos é de R\$ 400,00 para pagamentos no Brasil e US\$ 180.00 para pagamentos internacionais.

A cobrança será aplicada após o comunicado de aceitação do artigo. Tal medida já se aplica às submissões que se encontram em análise. Não haverá nenhuma cobrança durante o processo de submissão do manuscrito e avaliação pelos pares.

As submissões devem ser realizadas através do Sistema Eletrônico de Revista IPEF, disponível no endereço <http://editora.ipef.br/ojs>.

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word
2. O texto deve conter no máximo 25 páginas numeradas, escritas em espaço duplo lauda em papel tamanho carta, utilizando a fonte Arial tamanho 12 pontos;

3. Abreviações devem ser usadas em apenas uma forma. Uma vez que uma abreviação é usada no texto, ela deve seguir o mesmo padrão para todo o manuscrito e também nas figuras e tabelas;
4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas no final do texto, com as legendas em português e inglês e a sua localização aproximada deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos. Exemplo: Entra a Figura 2; Entra a Tabela 4;
5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;
6. Os gráficos devem ser enviados no Microsoft Excel ou no formato de fotos, conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar digitadas e não serão aceitas em formato de imagem
8. A primeira página deve conter: título em português e inglês
9. As referências bibliográficas e citações devem estar de acordo com as normas da ABNT NBR6023:2002 e NBR 10520:2002
10. Não são aceitas notas de rodapé

Sequência de apresentação:

1. Título em português e inglês;
2. Resumo em português e inglês: o resumo deve conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões;
3. Palavras-chave em português e inglês;
4. Introdução, incluindo a revisão de literatura;
5. Material e métodos;
6. Resultados e discussão;
7. Conclusão
8. Referências bibliográficas

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao editor".

O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word, ou RTF.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na página Sobre a Revista.

Em caso de submissão a uma seção com avaliação pelos pares (ex.: artigos), as instruções disponíveis em Assegurando a avaliação pelos pares cega foram seguidas.

Todos os autores e co-autores estão cientes e autorizam a submissão do manuscrito de acordo com a declaração de direito autoral utilizada pela revista.

Declaração de Direito Autoral

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.

Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.

Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal).

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

CAPÍTULO 3

RESPOSTA ANTIOXIDANTE EM SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) TAUB. DURANTE O ARMAZENAMENTO, SUBMETIDAS À AÇÃO DE MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Bioscience Journal citada no anexo 1 deste capítulo.

**ANTIOXIDANT RESPONSE IN SEEDS OF *Peltophorum dubium* (Spreng.) TAUB. DURING
STORAGE, SUBMITTED TO METHODS OF OVERCOMING DORMANCY**

**RESPOSTA ANTIOXIDANTE EM SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) TAUB.
DURANTE O ARMAZENAMENTO, SUBMETIDAS À AÇÃO DE MÉTODOS PARA
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA**

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the activity of antioxidant enzymes and germination behavior in *Peltophorum dubium* seeds during storage and later submitted to the action of methods to overcome physical numbness. The seeds were stored at 5°C for a total period of 12 months and then submitted to the treatments: (T1 - without scarification, T2 - mechanical scarification and T3 - chemical scarification with sulfuric acid for 10 minutes). At pre-established intervals, the seeds were evaluated by water content, germination test and enzyme activity superoxide dismutase, catalase, peroxidase and levels of lipid peroxidation. The experimental design was completely randomized in a 5x3 factorial scheme (storage lots and treatments for dormancy overcoming), and the means were compared by the Skott-Knott test at 5% probability. There was an increase in the activity of the catalase enzyme at 60 days of storage of the enzyme superoxide dismutase at 360 days of storage, and the enzyme peroxidase remained unchanged throughout the period. The increase in malondialdehyde was observed at 60 days of storage for all treatments, followed by a significant decrease for the last lots. The germination percentage for the treatments during storage did not differ significantly, presenting a mean of 6.8% for T1, 95% for T2 and 94% for T3. The physiological quality of *Peltophorum dubium* seeds throughout the storage was satisfactory, through the efficient activity of the antioxidant enzyme system, mediated by the enzyme catalase, in order to reverse the oxidative damages, thus promoting the control of the deterioration process.

KEYWORDS: Canafistula. Germination. Forest seeds. Antioxidant enzymes.

INTRODUÇÃO

O crescente aumento na demanda de sementes de espécies florestais nativas vem ocorrendo nas últimas décadas, em consequência da necessidade deste insumo para a utilização em programas de conservação, restauração e de produção florestal (OLIVEIRA et al., 2009), sendo que no Brasil, o plantio de mudas responde a maioria absoluta dos reflorestamentos (DAVIDE; FARIA, 2008).

As espécies florestais apresentam, em geral, uma produção acíclica de sementes anualmente, além de muitas vezes não serem utilizadas imediatamente após a colheita, necessitando serem armazenadas, de forma com que mantenham a sua viabilidade, visando suprir as demandas futuras (KISSMANN et al., 2009). Além disso, para restauração de áreas degradadas são requeridas espécies que possuam sementes com germinação rápida e sincronizada, entretanto a maioria destes projetos conta com o fornecimento de sementes oriundas do armazenamento *ex situ*, as quais muitas vezes possuem algum tipo de dormência (MARTINS et al., 2000).

A dormência das sementes constitui-se em uma barreira à germinação, e em relação à produção de mudas para a restauração de áreas degradadas, esta dificulta a sincronização da germinação das sementes em viveiros, sendo necessária a aplicação de métodos para superá-la (MARTINS et al., 2008).

Diante disso, a ação de tratamentos para superação da dormência pode ter sua eficácia diferenciada para sementes de algumas espécies, após serem submetidas ao armazenamento, no entanto, esse evento pode variar dependendo da intensidade da dormência do lote de sementes, que pode apresentar diferença em decorrência das condições edafo-climáticas em que a matriz produtora de sementes está submetida durante o período de desenvolvimento das mesmas (PEREZ, 2004; LOPES; NASCIMENTO, 2012).

Peltophorum dubium (Spreng.) Taub., conhecida popularmente como canafístula, pertence à família Fabaceae, é nativa com ampla ocorrência no Brasil, desde o Estado da Bahia ao Rio Grande

do Sul, entretanto, já apresenta ameaça de extinção em alguns estados do país, como São Paulo. Possui floração de outubro a fevereiro e frutificação de abril a maio, sendo característica da Floresta Estacional Semidecidual, e indicada para a restauração de áreas degradadas e mata ciliar, (MATTEI; ROSENTHAL, 2002; CARVALHO, 2010). É uma espécie caducifólia, classificada como pioneira ou secundária inicial, apresenta rápido crescimento, o que auxilia na restauração de áreas (DUTRA et al., 2013). Suas sementes possuem comportamento ortodoxo e apresentam dormência física, imposta pelo tegumento impermeável a água e a gases, impedindo sua hidratação e consequentemente a germinação (PEREIRA et al., 2013).

De acordo com Marangoni et al. (2014), alguns fatores como a umidade relativa do ambiente juntamente com a temperatura, influenciam na respiração das sementes, uma vez que a intensa atividade respiratória e de consumo conduz à redução acentuada da disponibilidade de reservas e a desordem metabólica, levando a formação de radicais livres, sendo que a redução destes fatores favorece a conservação de sementes ortodoxas e minimizam o processo de deterioração.

O processo de deterioração das sementes pode ser classificado em fisiológico, metabólico ou bioquímico (SANTOS et al., 2004), sendo que os radicais livres, ou espécies reativas de oxigênio (EROs), possuem papel chave na deterioração de sementes durante o armazenamento, por promoverem o desequilíbrio enzimático e a peroxidação de lipídeos, levando a formação de malonaldeído (MDA), o qual resulta em danos de membrana e geração de subprodutos tóxicos (HENDRY, 1993; SUNG, 1996; SCHWEMBER; BRADFORD 2010).

A formação e a remoção de EROs ocorre de forma balanceada em células normais, não estressadas, entretanto em condições de estresse, pode haver o aumento da produção de EROs, e nestes casos, as plantas respondem com o aumento dos processos antioxidantes enzimáticos, a fim de realizar a remoção destes radicais e a proteção da semente, papel realizado através da ação conjunta das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD), que operam em diferentes compartimentos subcelulares (BOWLER, 1992; ALSCHER et al., 2002).

80 Neste contexto, pesquisas objetivando a compreensão dos aspectos que possibilitam a
81 manutenção da qualidade fisiológica e longevidade das sementes, assim como àqueles relacionados
82 aos processos deteriorativos durante o armazenamento, fornecem subsídios essenciais que auxiliam
83 a elaboração de estratégias que possibilitam aumentar o tempo de armazenamento das sementes,
84 contribuindo com a conservação e manejo dos recursos naturais (FERREIRA; GENTIL, 2003;
85 ARAÚJO et al., 2008).

86 Desta forma, tendo em vista o relevante papel ecológico e ambiental de *Peltophorum*
87 *dubium*, assim como a sua ampla utilização em projetos voltados para restauração de áreas
88 degradadas, o estudo objetivou avaliar a atividade de enzimas antioxidantes e o comportamento
89 germinativo da espécie, durante o armazenamento, e posteriormente submetidas à ação de métodos
90 para superação de dormência física, buscando assim, gerar conhecimentos para conservação *ex situ*
91 a longo prazo.

92

93 MATERIAL E MÉTODOS

94

95 Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal, do Centro de
96 Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste
97 (Cascavel). Frutos maduros de *Peltophorum dubium* foram coletados no mês de abril de 2015 de
98 quatro matrizes, localizadas no distrito de Sede Alvorada/Cascavel – PR (24°49'41.28"S;
99 53°38'38.44"O), seguindo o padrão de maturação proposto por Müller et al. (2016), quando frutos e
100 sementes se apresentavam com coloração castanho escuro, mediante classificação da Munsell color
101 charts for plant tissues (MUNSELL, 1976). Em seguida, estes foram beneficiados manualmente e as
102 sementes das matrizes homogeneizadas.

103 Inicialmente, o teor de água das sementes recém colhidas foi determinado por meio do
104 método estufa a 105°C por 24 horas, utilizando-se 4 repetições de 3g de sementes, conforme
105 metodologia descrita por Brasil (2013).

106 O armazenamento das sementes foi conduzido por um período total de 12 meses (abril de
107 2015 a abril de 2016). Estas foram dispostas em embalagens de papel permeável, dentro de
108 recipientes de vidro hermético, com o fundo revestido por sílica gel, vedados com filme de
109 polietileno e acondicionados em condições refrigeradas à 5°C, na ausência de luz, buscando assim,
110 manter um ambiente frio e seco, proposto por Perez et al. (1999).

111 As avaliações foram realizadas em períodos pré-determinados, classificados por lotes: A0 -
112 avaliação inicial (recém colhidas/ não armazenadas), A1 (armazenadas 60 dias), A2 (armazenadas
113 180 dias), A3 (armazenadas 300 dias) e A4 (armazenadas 360 dias). Após cada período, as
114 sementes foram retiradas do armazenamento e avaliadas pelo grau de umidade, teste de germinação,
115 análise da atividade enzimática e peroxidação lipídica.

116 Para o teste de germinação, sementes pertencentes aos diferentes períodos de
117 armazenamento, foram submetidas à ação de diferentes tratamentos para superação de dormência,
118 sendo: T1 – sementes intactas/sem escarificação, T2 - escarificação mecânica com lixa na região
119 oposta da micrópila e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 10 minutos
120 (PIROLI et al., 2005). Quatro repetições de 25 sementes foram dispostas entre três folhas de papel
121 Germitest, umedecidos com água destilada na proporção 2,5 vezes o seu peso seco, e
122 acondicionadas em câmara de germinação, com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12/12 horas
123 (BRASIL, 2013).

124 A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente até o 14º dia (Brasil, 2013),
125 sendo consideradas como germinadas aquelas que apresentaram comprimento de raiz primária igual
126 ou superior a 2 mm (HADAS, 1976), analisando-se ao final do experimento a porcentagem de
127 germinação das sementes.

128 Para a análise da atividade enzimática e peroxidação lipídica, ao final de cada período de
129 armazenamento, e após a submissão das sementes aos tratamentos para superação de dormência
130 citados a cima, estas passaram pelo processo de reativação do metabolismo através da embebição,
131 realizado em duas folhas de papel Germitest, umedecido 2,5 vezes o seu peso seco com água

destilada, e acondicionado em câmara de germinação a 25°C e fotoperíodo 12 horas. Para as sementes do T1 (sem escarificação) a embebição ocorreu por 24 horas e para as sementes dos tratamentos T2 (escarificação mecânica) e T3 (escarificação química) a embebição ocorreu por um período de 18 horas conforme Guimarães (2014), a fim de atingir teor de água próximo a 20%.

Para determinação e quantificação das enzimas antioxidantes, fez-se necessário a extração das proteínas solúveis totais, onde foram homogeneizados 100 mg do material vegetal em solução tampão fosfato de potássio 0,1 mol L⁻¹ pH 6,8, juntamente com polivinil polipirrolidona (PVPP) a 0,5%. O material homogeneizado foi centrifugado a 12.000 rpm por 40 minutos a 4° C. A quantificação de proteínas totais foi realizada de acordo com Bradford (1976).

A análise da atividade específica da enzima Superóxido dismutase (SOD) foi conforme Beauchamp e Fridovich (1971), expressa em U/mg de proteína, da Catalase (CAT) foi conforme Azevedo et al. (1998), expressa em nmol H₂O₂ consumido min⁻¹mg⁻¹ proteína, da Peroxidase (POD) foi de acordo com Teisseire e Guy (2000), expressa em µmol de purpurogalina min⁻¹ mg⁻¹ de proteína. A peroxidação lipídica foi medida através dos níveis de malondialdeído (MDA), segundo metodologia de Heath e Packer (1976), expressa em nmol g⁻¹ massa fresca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento x tratamentos para superação de dormência). A fim de atender os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), os dados de porcentagem de germinação passaram pela transformação arco seno raiz quadrada de x/100, os dados da atividade das enzimas SOD, CAT e peroxidação lipídica passaram pela transformação Log (x) e os dados da POD passaram pela transformação raiz quadrada de x+1. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA) fatorial, e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

158 Inicialmente, as sementes apresentaram 14,77% de umidade, sendo que ao longo do período
159 de armazenamento estes valores decresceram gradativamente, e após 360 dias as mesmas
160 apresentaram 7,79% de umidade. Estes resultados permitem verificar que a embalagem
161 impermeável utilizada foi eficiente, impedindo a troca de água vapor com o ambiente externo,
162 mediante a presença da sílica que possibilitou a manutenção do ambiente seco, levando a secagem
163 do material.

164 A porcentagem de germinação das sementes, que não diferiu estatisticamente ao longo do
165 período de armazenamento, apresentou média de 6,8% para T1 (sementes intactas), 95% para T2
166 (escarificação mecânica) e 94% para T3 (escarificação química), evidenciando desta forma, a
167 presença da dormência física e a importância da aplicação dos tratamentos de superação para o
168 sucesso germinativo da espécie.

169 Em relação à atividade específica de enzimas antioxidantes, a enzima superóxido dismutase
170 (SOD) não obteve interação entre os fatores (lotes e tratamentos), e apresentou média com
171 diminuição da sua atividade em 1,99 U/mg já para o primeiro lote armazenado (60 dias), diferindo
172 apenas para último lote após 360 dias de armazenamento, apresentando aumento da atividade em
173 1,48 U/mg, o qual não diferenciou do primeiro lote (não armazenado). Além disso, o tratamento T2
174 (escarificação mecânica) apresentou a maior média de atividade para esta enzima, diferindo de T3
175 (escarificação química) e T1 (sem escarificação), que não diferenciaram entre si (Tabela 1).

176 Desta forma, ao observar que a atividade da SOD decresceu significativamente e manteve-se
177 até o lote A3 (300 dias armazenado), sugere que até este momento não tenha ocorrido estresse
178 oxidativo mediado pela formação de radical superóxido, porém, de acordo com Moller et al.
179 (2007); Deuner et al. (2011) é importante que ocorra a manutenção da atividade de isoenzimas dos
180 sistemas antioxidantes, como a (SOD), a fim de evitar a produção excessiva das espécies reativas
181 de oxigênio (ERO), pois do contrário, as células podem ficar suscetíveis ao ataque destes radicais.

182

TABELA 1. Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD) em sementes de *Peltophorum dubium*, submetidas a tratamentos para superação de dormência, em função do tempo de armazenamento.

Lotes armazenamento (Dias)	SOD (U/mg de proteína)			Média
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)	
Lote A0 – 0	8,85	9,81	11,0	9,88 a
Lote A1 – 60	6,58	9,74	7,38	7,89 b
Lote A2 – 180	7,61	9,89	7,66	8,38 b
Lote A3 – 300	8,02	8,81	8,49	8,44 b
Lote A4 – 360	8,70	11,91	8,58	9,72 a
Média	7,95 b	10,03 a	8,62 b	
CV(%)	14,86			

Lotes armazenamento (Dias)	CAT (H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ de proteína)			Média
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)	
Lote A0 – 0	7,97 bA	4,42 bB	4,43 aB	
Lote A1 – 60	14,65 aA	8,73 aB	2,85 bC	
Lote A2 – 180	13,54 aA	8,23 aB	4,69 aC	
Lote A3 – 300	9,46 bA	5,74 bB	4,69 aB	
Lote A4 – 360	3,45 cA	3,25 bA	2,50 bA	
CV(%)	13,39			

Lotes armazenamento (Dias)	POD (μmol de purpurogalina min ⁻¹ mg ⁻¹ de proteína)			Média
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)	
Lote A0 – 0	0,09	0,06	0,07	0,07 a
Lote A1 – 60	0,08	0,07	0,06	0,07 a
Lote A2 – 180	0,08	0,08	0,07	0,07 a
Lote A3 – 300	0,08	0,08	0,07	0,07 a
Lote A4 – 360	0,07	0,08	0,07	0,07 a
Média	0,08 a	0,07 a	0,06 b	
CV(%)	0,70			

Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas) não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV%: Coeficiente de variação.

Ao verificar que para o lote A4 (360 dias armazenado), ocorreu aumento significativo da atividade desta enzima, ainda que não tenha diferido do lote A0 (não armazenado), o início de um eventual estresse oxidativo mediado por radical superóxido ocorreu neste momento, levando a retomada da atividade enzimática, na tentativa de reparo do sistema e remoção do mesmo.

194 Para a enzima catalase, nos tratamentos T1 (sem escarificação) e T2 (escarificação
195 mecânica) os maiores valores foram observados nos lotes A1 e A2 (60 e 180 dias de
196 armazenamento respectivamente) que apresentaram aumento da sua atividade em 6,68 e 4,31 nmol
197 $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína respectivamente, seguida de redução significativa em 10,09 e 4,98 nmol
198 $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína respectivamente para os dois últimos lotes de armazenamento (Tabela 1).
199 O tratamento T3 (escarificação química), aplicado após o armazenamento, apresentou um aumento
200 significativo de 1,84 nmol $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína para sementes provenientes do lote A2 (180
201 dias de armazenamento), não diferindo de A3 (armazenado 300 dias) e diferindo de A4 (360 dias
202 armazenado) que apresentou diminuição em 2,19 nmol $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína (Tabela 1).

203 A enzima catalase (CAT) é indispensável na desintoxicação das células em condições de
204 estresse, sendo responsável pela dismutação direta de H_2O_2 em H_2O e O_2 , removendo o peróxido
205 gerado na β -oxidação de ácidos graxos, catabolismo de purinas, e/ou nas desordens causadas na
206 respiração celular (GILL; TUTEJA, 2010). Frente ao aumento significativo desta enzima para os
207 tratamentos T1 (sem escarificação) e T2 (escarificação mecânica) aos 60 dias de armazenamento, e
208 para T3 (escarificação química) aos 180 dias, sugere-se que possivelmente ocorreu a formação de
209 radicais peróxido (H_2O_2) nestes períodos, e que determinada enzima aumentou sua atividade em
210 busca da remoção deste, e da proteção da semente contra danos oxidativos mais graves.

211 Quando comparando a atividade desta enzima entre os tratamentos, ao longo do
212 armazenamento, pode-se observar que para o tratamento T1 (sem escarificação), foram atribuídas as
213 maiores médias até o lote A3 (armazenado 300 dias), e o último lote não diferiu dos demais.
214 Sugere-se determinado comportamento devido à hidratação da semente iniciar gradativamente, com
215 o umedecimento inicial dos tecidos mais próximos da superfície, deslocando-se em direção as áreas
216 secas, processo desuniforme e dependente da região do tegumento em que ocorre a penetração da
217 água, sendo que a hidratação heterogênea destes tecidos, verificada em sementes que possuem
218 dormência física, pode provocar danos celulares durante a retomada do metabolismo, gerando a
219 necessidade da atuação de mecanismos de reparo antioxidantes, os quais podem agir de forma lenta

220 e com menor eficiência, em decorrência do processo de embebição e reativação metabólica também
221 ocorrerem lentamente (HOEKSTRA et al., 2001; MARCOS FILHO, 2015).

222 A enzima peroxidase (POD) não obteve interação entre os fatores (lotes e tratamentos), e
223 não apresentou diferença significativa em relação às médias dos lotes, já em relação aos
224 tratamentos, para T3 (escarificação química) foi atribuída a menor média (0,06 μmol de
225 purpurogalina $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ de proteína), diferindo de T2 (escarificação mecânica) e de T1 (sem
226 escarificação) com médias de 0,07 e 0,08 μmol de purpurogalina $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ de proteína
227 respectivamente, não diferindo entre si (Tabela 1).

228 A peroxidase (POD), juntamente com a catalase (CAT), possui importante papel na
229 desintoxicação de radicais peróxido e está relacionada a eventos que envolvem indução de
230 resistência, ou adaptação frente a condições adversas que possam gerar estresse, como o
231 armazenamento (CAVALCANTI et al., 2005; BHATT; TRIPATHI, 2011). De acordo com Barbosa
232 et al. (2014) algumas PODs são constitutivamente expressas, enquanto outras são induzidas por
233 estresses ambientais, como constatado em estudos em que baixas atividades mostram sintomas de
234 estresse menos graves, e a alta atividade remete a sintomas mais graves. Apel e Hirt (2004)
235 mencionam que mediante o desequilíbrio no balanço das enzimas antioxidantes, observa-se a
236 ocorrência de mecanismos compensatórios nos tecidos, e quando a atividade de uma enzima é
237 reduzida, outras enzimas aumentam a sua atividade, a fim de garantir o reparo dos danos oxidativos.

238 Desta forma, ao observar que a atividade da peroxidase não diferiu estatisticamente ao longo
239 do armazenamento, e manteve sua atividade baixa, sugere-se que possivelmente o peróxido
240 formado neste período, teve sua remoção realizada pela enzima catalase, que apresentou aumento
241 da sua atividade, em busca de reparar danos oxidativos à semente, compensando assim, a
242 peroxidase que não demonstrou atividade igualmente eficiente.

243 Ao analisar a concentração de malondialdeído (MDA), observa-se aumento significativo
244 para todos os tratamentos já para o lote A1 (60 dias armazenado), sendo que para os tratamentos T1
245 (sem escarificação) e T2 (escarificação mecânica) este aumento foi de 17,9 e 7,37 nmol g^{-1} massa

246 fresca respectivamente, e se manteve para o lote A2 (180 dias armazenado), e em seguida, para os
 247 últimos dois lotes, houve diminuição significativa destes valores (Tabela 2). Já para o tratamento T3
 248 (escarificação química) o aumento significativo para o lote A1 foi de 8,23 nmol g⁻¹ massa fresca,
 249 diminuindo significativamente este valor para o lote A2 e A3, não diferindo do último lote (Tabela
 250 2).

251 Quando comparando os tratamentos, para o lote A0 (sem armazenamento), a maior média de
 252 malondialdeído foi atribuída para o tratamento T3 (escarificação química) com 31,34 nmol g⁻¹
 253 massa fresca, sendo que para os últimos dois lotes, A3 (armazenado 300 dias) e A4 (armazenado
 254 360 dias), os tratamentos passaram a não diferir entre si estatisticamente (Tabela 2).

255

256 **TABELA 2.** Peroxidação lipídica (MDA) em sementes de *Peltophorum dubium*, submetidas a
 257 tratamentos para superação de dormência, em função do tempo de armazenamento.

Lotes armazenamento (Dias)	MDA (nmol g ⁻¹ massa seca)		
	T1 (Sem escarificação)	T2 (Escarificação mecânica)	T3 (Escarificação química)
Lote A0 – 0	16,23 bB	18,75 bB	31,34 bA
Lote A1 – 60	34,13 aA	26,09 aB	39,57 aA
Lote A2 – 180	36,85 aA	27,60 aB	20,52 cC
Lote A3 – 300	6,14 cA	7,78 cA	12,28 dA
Lote A4 – 360	3,78 cA	1,94 cA	5,74 dA
CV(%)	23,81		

258 Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas) não diferem
 259 estatisticamente entre si pelo Teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV%:
 260 Coeficiente de variação.
 261

262 De acordo com Aumonde et al. (2014) a peroxidação lipídica é utilizada para quantificar o
 263 dano de membrana celular, induzido pelo ataque de radicais livres, que podem comprometer a sua
 264 permeabilidade, o potencial químico e o transporte de solutos para o interior de compartimentos
 265 celulares, influenciando assim a qualidade fisiológica da semente. Segundo Vaidyanathan et al.
 266 (2003); Eyidogan e Oz (2007) o aumento na atividade da CAT é importante para eliminar o
 267 acúmulo de H₂O₂ e assim reduzir a peroxidação de lipídios.

268 Ao verificar que para os lotes A1 (60 dias armazenado) e A2 (180 dias armazenado) houve
269 aumento significativo de MDA, supõe-se que, o processo de peroxidação lipídica passou a ocorrer
270 neste período, e ao observar que a enzima catalase também aumentou sua atividade nestes
271 momentos, possivelmente a mesma agiu em busca de reverter este processo, por meio da eliminação
272 do radical peróxido, e ainda, ao verificar que os níveis de MDA diminuíram significativamente para
273 os últimos dois lotes armazenados, presume-se que o aumento da atividade desta enzima contribuiu
274 para que os danos oxidativos fossem contidos, possibilitando a reorganização da membrana, e a
275 reversão dos danos ocorridos durante o armazenamento, uma vez que não foi constatada redução na
276 germinação das sementes.

277 Ferreira e Borghetti (2004) mencionam que durante a embebição, o sistema de membranas
278 das sementes pode reorganizar-se, reparando danos físicos e/ou biológicos, readquirindo o controle
279 da sua permeabilidade, característica conferida pelos mecanismos de tolerância a dessecação das
280 sementes, entretanto, esta situação está relacionada com a qualidade fisiológica e vigor das
281 sementes, sendo que o ideal é que esse processo ocorra no menor período de tempo possível, para
282 reduzir a perda de lixiviados para o meio externo, uma vez que de acordo com Bewley e Black
283 (1994), em sementes mais deterioradas ou não viáveis, esses mecanismos de reparo podem estar
284 ausentes, serem ineficientes, ou ainda, em casos de profundo dano de membrana, o reparo pode não
285 ser possível.

286 De acordo com Marcos Filho (2015) as enzimas antioxidantes podem atuar no sentido de
287 promover o reparo de constituintes celulares injuriados durante o armazenamento, e a capacidade
288 germinativa das sementes será determinada pelo sucesso da atuação dos mecanismos de reparo, e se
289 estes agirem eficientemente podem evitar danos celulares severos, que afetam a qualidade
290 fisiológica e comprometem a viabilidade.

291 Considerando que a maior ocorrência de dano, evidenciado pelos maiores níveis de MDA,
292 foram conferidos aos lotes A1 (60 dias armazenado) e A2 (180 dias armazenado), com posterior
293 queda para os últimos dois lotes, a porcentagem média de umidade de 13,15% para os primeiros

294 lotes sugere uma maior atividade metabólica em comparação aos últimos dois lotes, que passaram a
295 apresentar média de 8,3% de umidade, implicando desta forma em um metabolismo mais lento,
296 sendo que as sementes, mesmo tendo passado pelo processo de reativação do metabolismo após o
297 armazenamento, de acordo com Guimarães (2014), a porcentagem de umidade inicial pode ter
298 conferido um comportamento de hidratação desigual a estas, e consequentemente, influenciando a
299 velocidade das reações. Beckert e Silva (2002) mencionam que a eficiência da reorganização das
300 membranas depende de diversos fatores, dentre eles o teor de água inicial das sementes.

301 Outro ponto a ser levado em consideração é a temperatura de armazenamento das sementes.
302 Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) temperaturas baixas são responsáveis por diminuir o
303 metabolismo, a velocidade das reações, e favorecer a manutenção da qualidade fisiológica por mais
304 tempo, já as temperaturas elevadas, aumentam a taxa de respiração, que pode conduzir ao processo
305 de deterioração, sendo que de acordo com Freitas et al. (2004) temperaturas altas também propiciam
306 maior peroxidação lipídica. Garcia (2012) verificou que quanto menor a temperatura de
307 armazenamento das sementes, menos acentuado foi o processo de lipoperoxidação em embriões de
308 araucária.

309 Com isso, as sementes de *Peltophorum dubium* que apresentaram dano por armazenamento
310 com formação de radical peróxido e com início de um processo de lipoperoxidação, não
311 demonstraram perda de potencial fisiológico, e possivelmente, a temperatura baixa a qual foi
312 empregada no armazenamento destas, proporcionou que determinado dano ocorresse de forma
313 menos acentuada, possibilitando que as sementes, através de um sistema enzimático eficiente
314 mediado pela catalase, revertissem o mesmo, mantendo a sua qualidade.

315 Com isso, o método utilizado para a armazenagem das sementes de *Peltophorum dubium* no
316 presente estudo, se demonstrou eficaz na manutenção de sua qualidade fisiológica, sendo
317 recomendado para a armazenagem das sementes desta espécie.

318

319

CONCLUSÕES

A qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* ao longo do armazenamento manteve-se satisfatória, por meio da eficiente atividade do sistema enzimático antioxidante, mediado pela enzima catalase, a fim de reverter os danos oxidativos, promovendo assim, o controle do processo de deterioração.

RESUMO: O estudo objetivou avaliar a atividade de enzimas antioxidantes e o comportamento germinativo em sementes de *Peltophorum dubium*, durante o armazenamento, e posteriormente submetidas à ação de métodos para superação de dormência física. As sementes foram armazenadas a 5°C por um período total de 12 meses e em seguida foram submetidas aos tratamentos: (T1 - sem escarificação, T2 - escarificação mecânica e T3 - escarificação química com ácido sulfúrico por 10 minutos). Em intervalos pré-estabelecidos, as sementes foram avaliadas pelo teor de água, teste de germinação e atividade das enzimas superóxido-dismutase, catalase, peroxidase e níveis de peroxidação lipídica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3 (lotes armazenamento e tratamentos de superação de dormência), e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Houve aumento da atividade da enzima catalase aos 60 dias de armazenamento, da enzima superóxido dismutase aos 360 dias de armazenamento, e a enzima peroxidase manteve-se inalterada durante todo o período. O aumento de malondialdeído foi observado aos 60 dias de armazenamento, para todos os tratamentos, seguido da diminuição significativa para os últimos lotes. A porcentagem de germinação para os tratamentos ao longo do armazenamento, não diferiu significativamente, apresentando média de 6,8% para T1, 95% para T2 e 94% para T3. A qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* ao longo do armazenamento manteve-se satisfatória, por meio da eficiente atividade do sistema enzimático antioxidante, mediado pela enzima catalase, a fim de reverter os danos oxidativos, promovendo assim, o controle do processo de deterioração.

346 **PALAVRAS-CHAVE:** Canafístula. Germinação. Sementes florestais. Enzimas antioxidantes.

347

348

REFERÊNCIAS

349

350 ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEATH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in
351 controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 1, p.
352 1331-1341, 2002. <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/53.372.1331>

353

354 APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal
355 transduction. **Annual Review of Plant Biology**, United States, v. 55, n. 1, p. 373-399, 2004.
356 <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701>

357

358 ARAÚJO, E. C.; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; FERREIRA, D. A. Efeito da
359 dessecação sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Syzygium jambolanum* Lam. **Revista**
360 **Ciências Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 455-462, 2008.

361

362 AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E.G.; BORELLA, J.; AMARANTE, L.; VILLELA,
363 F.A.; MORAES, D.M. Ação de extratos de *Zantedeschia aethiopica* na qualidade fisiológica de
364 sementes, pigmentos fotossintéticos e metabolismo antioxidativo de plântulas de arroz vermelho.
365 **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1412-1420, 2014.

366

367 AZEVEDO, R.A.; ALAS, R. M.; SMITH, R. J.; LEA, P. J. Response of antioxidant enzymes to
368 transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-
369 type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, Canadá, v. 104, n. 2, p.
370 280-292, 1998. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3054.1998.1040217.x>

371

372 BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Geração
373 e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, Santa
374 Maria, v. 44, n. 3, p. 453-460, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000300011>

375

376 BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase improved as says and as say applicable
377 to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 44, n. 1, p. 276-287, 1971.
378 [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(71\)90370-8](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(71)90370-8)

379

380 BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. Tecnologia de sementes: o uso da hidratação para estimar o
381 desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.
382 <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052002000100010>

383

384 BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York:
385 Plenum Press, 1994. 445 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>

386

387 BHATT, I.; TRIPATHI, B.N. Plant peroxiredoxins: catalytic mechanisms, functional significance
388 and future perspectives. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 6, p. 850-859, 2011.

389

390 BOWLER, C.; MONTAGU, M. V; INZÉ, D. Superoxide dismutase and stress tolerance. **Annual**
391 **Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 43, n. 1, p. 83-116, 1992.
392 <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.43.060192.000503>

393

- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, n. 1, p. 248-254, 1976. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep. 2012. 590 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 4. ed. Brasília: Embrapa Florestas, 2010. 644 p.
- CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R.; Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Ed.) **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba, Fealq, 2005. p. 81-124.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ufla, 2008. cap. 2, p. 83-124.
- DEUNER, C.; MAIA, M. de S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. da S.; MENEGHELLO, G.E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para a produção de mudas de canafístula. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n.1, p. 72-78, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100011>
- EYIDOĞAN, F.; OZ, M.T. Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings. **Acta Physiology Plantarum**, Malden, v. 29, n. 5, p. 48-493, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-007-0059-9>
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jabotical, v. 25, n. 3, p. 440-442, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300020>
- FREITAS, R. A.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S.; OLIVEIRA, M. G. A. Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 84-91, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222004000100013>
- GARCIA, C. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze sob condições controladas de armazenamento**. 2012. 117 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- GILL, S. S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, Nova Delhi, v. 48, n. 12, p. 909-930, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>

- GUIMARÃES, C.V. **Aspectos moleculares, bioquímicos e anatômicos da tolerância à dessecação em sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert.** 2014. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras (Ufla), Minas Gerais, 2014.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. **Journal Express Botany**, Oxford, v. 27, n. 98, p. 480-489, 1976.
- HEATH RL, PACKER L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 125, n. 1, p. 189-198, 1968. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](http://dx.doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1)
- HENDRY, G.A.F. Oxygen, free radical processes and seed longevity. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 141-153, 1993. <https://doi.org/10.1017/S0960258500001720>
- HOEKSTRA FA.; GOLOVINA EA, BUITINK J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends Plant Science**, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 431-438, 2001.
- LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização em sementes hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 28p.
- MARANGONI, L.D.; MUNIZ, M.F.B.; BINOTTO, R.; GEORGIN, J. Influência do teor de umidade na germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Nativa, Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 2, n. 4, p. 224-228, 2014. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n04a07>
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 659 p.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A.; STANGUERLIM, H. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 47-33, 2000.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000400004>
- MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Semeadura direta de canafístula (*Peltrophorum dubium* (Spreng.) Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 649-654, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600001>
- MOLLER, I.M.; JENSEN, P.E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, n. 1, p. 459-481, 2007. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.58.032806.103946>
- MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. De diferentes árvores matrizes. **Iheringia-Série Botânica**, Porto Alegre, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.
- MUNSELL, A. H. **Munsell book of color.** Macbeth Division of Kollmorgen, Baltimore. 1976. 34 p.

- 498
 499 PEREIRA, S. H.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Superação de dormência de sementes como
 500 estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
 501 Brasília, v. 48, n. 2, p. 148-156, 2013.
 502
 503 PEREZ, S.C.J.G. A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A.. Influência do armazenamento, substrato,
 504 envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**,
 505 Campinas, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051999000100008>
 506
 507 PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação:**
 508 do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 125-134.
 509
 510 PIROLI, E. L.; CUSTÓDIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. Germinação de sementes
 511 de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub). tratadas para superação da dormência.
 512 **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.
 513
 514 SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alteração fisiológica e bioquímica em
 515 sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26,
 516 n. 1, p. 110-119, 2004.
 517
 518 SCHWEMBER AR.; BRADFORD KJ. A genetic locus and gene expression patterns associated
 519 with the priming effect on lettuce seed germination at elevated temperatures. **Plant Molecular**
 520 **Biology**, Berlim, v. 73, n. 1, p.105-118, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-009-9591-x>
 521
 522 SUNG, JM. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging in soybean seeds during
 523 aging. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 97, n. 1, p. 85-89, 1996.
 524 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1996.tb00482.x>
 525
 526 TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of
 527 duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, Amsterdam, v. 153, n. 1, p. 65-72, 2000.
 528 [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452\(99\)00257-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(99)00257-5)
 529
 530 VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARSTY, R.; THOMAS, G. Scavenging of
 531 reactive oxygen species in NaCl - stressed rice (*Oryza sativa* L.) - differential response in salt-
 532 tolerant and sensitive varieties. **Plant Science**, Amsterdam, v. 165, n. 10, p. 1411- 1418, 2003.
 533 <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.08.005>

ANEXO I
REVISTA BIOSCIENCE JOURNAL
DIRETRIZES PARA AUTORES

A redação deve primar pela clareza, brevidade e concisão. O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo e com margem de, no mínimo, 2 cm. Todas as linhas deverão ser numeradas. Os trabalhos deverão ser apresentados sem identificação de autores. Os nomes dos autores, titulação e endereço de trabalho deverão ser apresentados nos metadados da submissão e, na carta de encaminhamento. Figuras e tabelas deverão ser inseridas no texto, o mais próximo possível de sua citação.

O artigo será encaminhado a três (03) revisores da área, no menor tempo possível, sem a identificação dos autores e, será considerado aprovado com 02 pareceres favoráveis.

Serão aceitos somente trabalhos redigidos em inglês, com apresentação de certificado de revisão feito por um expert na língua inglesa.

A revista se reserva o direito de efetuar alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical nos originais, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando, porém, o estilo dos autores.

As provas finais serão enviadas aos autores, juntamente com o boleto para pagamento da publicação.

Os trabalhos publicados passarão a ser propriedade da revista Bioscience Journal, ficando sua reimpressão, total ou parcial, sujeita à autorização expressa da direção da revista. Deve ser consignada a fonte de publicação original.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis para impressão, no formato PDF, no endereço eletrônico da revista.

Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares) para autores estrangeiros. (A forma de pagamento será informada posteriormente).

Após a avaliação e aprovação do artigo, a revista classificará as colaborações de acordo com as seguintes categorias:

1. Artigos originais - Artigos que apresentem contribuição inteiramente nova ao conhecimento e permitam que outros investigadores, baseados no texto escrito, possam julgar as conclusões, verificar a exatidão das análises e deduções do autor e repetir a investigação se assim o desejarem. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em Inglês, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão) e Conclusão (opcional), Agradecimentos (se

couber). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder a 20 páginas (incluindo texto, referências, figuras e anexos).

2. Artigos de Revisão – Artigos que apresentem revisão ampla e atualizada de assunto de interesse da comunidade científica e que ofereçam contribuição significativa para a área de conhecimento abordada. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em inglês, Introdução, Desenvolvimento, Conclusão, Agradecimentos (se couber). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder a 30 páginas (incluindo texto, referências, figuras e eventuais anexos). Nesta categoria de trabalho só serão aceitas para submissão contribuições feitas a convite dos editores (Geral ou Associados).

3. Relato de caso (s) - Artigos predominantemente clínicos, de alta relevância e atualidade, com relatos originais das áreas clínica e básica. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em inglês, Introdução, Relato do caso, Discussão, Conclusão (opcional), Agradecimentos (caso necessário). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder 10 páginas, (incluindo texto, referências, figuras e eventuais anexos)

4. Comunicação - Artigo não original, demonstrando a experiência de um grupo ou de um serviço, abrangendo preferencialmente ensino, pesquisa, políticas de saúde e exercício profissional. Ou ainda, que relate os resultados (parciais ou não) de trabalho que ofereça informações relevantes para o conhecimento científico, mas não permitam conclusões robustas. Deve conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em inglês, Introdução, Conteúdo, Agradecimentos (caso necessário). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder 10 páginas, incluídos os anexos.

Apresentação dos Trabalhos

Formato: Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revista – SEER, endereço: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions>

O texto deve estar gravado em extensão RTF (Rich Text Format) ou em formato Microsoft Word (2003). Os metadados deverão ser obrigatoriamente preenchidos com o título do trabalho, nome

(s) do (s) autor (es), último grau acadêmico, instituição que trabalha, endereço postal, telefone, fax e e-mail.

O texto será escrito cordialmente, com intercalação de tabelas e figuras, já inseridas no texto, em quantidade mínima necessária para a sua compreensão.

No corpo do trabalho não deverá constar os nomes dos autores, que deverão ser encaminhados separadamente, com dados pessoais (títulos, endereço para correspondência, e-mail e Instituição a que está ligado), como medida de sigilo.

Título do trabalho: O título deve ser breve e suficientemente específico e descritivo, contendo as palavras-chave que representem o conteúdo do texto separadas por ponto, ambos acompanhados de sua tradução para o português.

Resumo: Deve ser elaborado um resumo informativo com cerca de 200 a 400 palavras, incluindo objetivo, método, resultado, conclusão, acompanhado de sua tradução para o português.

Ambos devem ter, no máximo, 800 palavras.

Palavras-chave: As palavras-chave e keywords não devem repetir palavras do título, devendo-se incluir o nome científico das espécies estudadas. As palavras devem ser separadas por ponto e iniciadas com letra maiúscula. Os autores devem apresentar de 3 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto de duas ou mais palavras.

Agradecimentos: Agradecimentos a auxílios recebidos para a elaboração do trabalho deverão ser mencionados no final do artigo, antes das referências.

Notas: Notas contidas no artigo devem ser indicadas com um asterisco imediatamente depois da frase a que diz respeito. As notas deverão vir no rodapé da página correspondente. Excepcionalmente poderão ser adotados números para as notas junto com asteriscos em uma mesma página, e nesse caso as notas com asteriscos antecedem as notas com número, não importando a ordem dessas notas no texto. **Apêndices:** Apêndices podem ser empregados no caso de listagens extensivas, estatísticas e outros elementos de suporte.

Figuras e tabelas: Fotografias nítidas (preto e branco ou em cores), gráficos e tabelas em preto e branco (estritamente indispensáveis à clareza do texto) serão aceitos, e deverão ser assinalados, no texto, pelo seu número de ordem, nos locais onde devem ser intercalados. Se as ilustrações enviadas já

tiverem sido publicadas, mencionar a fonte. (vide normas para elaboração de figuras, na próxima seção).

Os manuscritos, ainda que apresentem relevância científica e estejam metodologicamente corretos, poderão ser recusados se não apresentarem a devida organização e se estiverem fora das normas da Bioscience Journal.

NORMAS PARA ELABORAÇÃO DE FIGURAS

1. As figuras podem ser feitas em softwares de preferência dos autores (Excel, Sigma Plot, etc.), devendo ser inseridas e enviadas em formato TIFF ou JPG com resolução mínima de 300 dpi.
2. As figuras deverão ter largura máxima de 8,0 cm ou 16,0 cm.
3. Os títulos e a escala dos eixos x e y deverão ser em Times New Roman tamanho 11. As linhas dos eixos e demais linhas (e.g., curvas de regressão) deverão ter espessura de 0,3 mm. Todas as informações contidas no interior da figura (e.g., equações, legendas) deverão ser em Times New Roman tamanho 10 ou no mínimo 8. São dispensáveis as bordas, direita e superior, em gráficos.
4. Todas as figuras deverão ser inseridas convenientemente no texto logo após a sua chamada, consecutivamente e em números arábicos. As figuras deverão ser inseridas no texto por meio do comando “Inserir→Imagem/Figura→Arquivo”.
5. As figuras podem ser constituídas por múltiplos gráficos, tanto na horizontal como na vertical, respeitando a largura máxima de 16,0 cm e 8,0 cm, respectivamente. Quando se tratar de figuras com vários gráficos, os mesmos deverão ser identificados por letras (A, B, C, D) em maiúsculo entre parênteses, fonte Times New Roman tamanho 11. Trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade do autor.

Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não-publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de rodapé da página em que forem citados.

Referências: NBR 6023/2002. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade do autor. Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de rodapé da página onde forem citados.

As referências incluídas no final de cada artigo devem ser escritas em páginas separadas do texto principal, em ordem alfabética de acordo com as normas da ABNT NBR-6023, ago. 2002. Na lista de Referências, no final do artigo, todos os autores devem ser mencionados. Não é permitido o uso da expressão et al.

Observar os exemplos das referências abaixo:

Livro no todo:

GRAZIANI, Mário. Cirurgia buco-maxilo-facial. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1976. 676 p.

Capítulo de livro sem autoria própria:

PERRINS, C. M. Social systems. In: _____. Avian ecology. Glasgow: Blackie, 1983. cap. 2, p. 7-32.

Capítulo de livro com autoria própria:

GETTY, R. The Gross and microscopic occurrence and distribution of spontaneous atherosclerosis in the arteries of swine. In: ROBERT JUNIOR.; A., ATRAUSS, R. (Ed.). Comparative atherosclerosis. New York: Harper & Row, 1965. p. 11-20.

Monografias, Dissertações e Teses:

CORRALES, Edith Alba Lua Segovia. Verificação dos efeitos genotóxicos dos agentes antineoplásicos citrato de tamoxifen e paclitaxel. 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1997.

Trabalhos apresentados em eventos: Congressos, Seminários, Reuniões...

NOVIS, Jorge Augusto. Extensão das ações de saúde na área rural. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE, 7., 1980, Brasília. Anais... Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1980. p. 37-43.

Artigos de periódicos:

COHEN, B. I.; CONDOS, S.; DEUTSCH, A. S.; MUSIKANT, B. L. La fuerza de fractura de tres tipos de materiales para el muñon en combinacion com tres espigas endodontiacales distintas. R. Cent. C. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia, Uberlândia, v. 13, n. 1, p. 69-76, dez. 1997.

Obs.: Quanto ao título de periódicos, deve-se adotar um único padrão. Na lista de Referências todos os títulos de periódicos devem vir abreviados ou todos por extenso e, em negrito.

Nota:

Quando se tratar de documento eletrônico, deve-se fazer a referência normal, acrescentando-se ao final informações sobre a descrição do meio ou suporte.

Exemplo:

Capítulo de livro com autoria própria disponível em CD-ROM:

FAUSTO, A. I. da F.; CERVINI, R. (Org.). O trabalho e a rua. In: BIBLIOTECA nacional dos direitos da criança. Porto Alegre: Associação dos Juizes do Rio Grande do Sul, 1995. 1 CD-ROM.

Artigo de periódicos em meio eletrônico:

ROCHA-BARREIRA, C. A. Caracterização da gônada e ciclo reprodutivo da *Collisella subrugosa* (Gastropoda: Acmaeidae) no Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 62, n. 4b, nov. 2002. Disponível em: Acesso em: 20 abr. 2003.

Recomendações: Recomenda-se que se observem as normas da ABNT referentes à apresentação de artigos em publicações periódicas (NBR 6023/2002), apresentação de citações em documentos (NBR 10.520/2002), apresentação de originais (NBR 12256), norma para datar (NBR 5892), numeração progressiva das seções de um documento (6024/2003) e resumos (NBR 6028/2003), bem como a norma de apresentação tabular do IBGE.

Transferência de Direitos Autorais:

Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a Transferência de Direitos Autorais:

“Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Bioscience Journal passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista.

Assinaturas do(s) autor(es) Data ____/____/____

As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Declaração de Responsabilidade:

Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a declaração de responsabilidade nos termos abaixo:

- Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, não omitindo quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;
- Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Bioscience Journal, quer seja no formato impresso ou no eletrônico.

Endereço para envio de trabalhos:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions>

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

Serão aceitos somente trabalhos redigidos em inglês.

A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; não sendo o caso, justificar em "Comentários ao Editor". _____

Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (2003), RTF ou WordPerfect.

O texto está em espaço duplo; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final.

A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo (word 2003) e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista. O texto cumpre com as normas de formatação da revista citados em “Diretrizes para os autores” na seção “Sobre”.

No momento da submissão on line, o autor principal deverá enviar um ofício assinado por todos os autores, solicitando a submissão do artigo e a sua possível publicação, exclusivamente nesta revista. O ofício deverá ser digitalizado e transferido em "documentos suplementares".

Todos os endereços "URL" no texto (ex.: <http://pkp.ubc.ca>) estão ativos.

O artigo está sendo submetido corretamente na seção correspondente, de acordo com a sua área.

Os manuscritos mesmo apresentando relevância científica e estando metodologicamente corretos poderão ser recusados se apresentados de forma desorganizada e fora das normas da Bioscience Journal. Manuscritos bem escritos e apresentados de acordo com as normas são revisados com maior rapidez e, também, exigindo menor esforço dos revisores.

Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada, dos trabalhos aprovados. (A forma de pagamento será informada posteriormente).

Todos os itens acima são requisitos básicos para a submissão de um artigo e, caso não estejam de acordo com as normas da revista, ou os metadados não estejam preenchidos corretamente, o referido artigo NÃO SERÁ considerado para avaliação.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Os direitos autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

TAXAS PARA AUTORES

Este periódico cobra as seguintes taxas aos autores.

Taxa para publicação: 40,00 (BRL)

Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares) para autores estrangeiros. (A forma de pagamento será informada posteriormente).

Bioscience Journal

ISSN 1981-3163 - Versão Online

Universidade Federal de Uberlândia

Av. Para, 1720

Bloco 2U - Sala 24

Campus Umuarama

B. Umuarama

38400-902 - Uberlândia, MG, Brasil

Fone: +55-34-3225-8688

biosciencej@ufu.br