



WILDER DE SOUZA SILVA

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA,
CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
Peltophorum dubium (SPRENGEL) TAUBERT.
(CANAFÍSTULA)**

LAVRAS – MG

2015

WILDER DE SOUZA SILVA

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA, CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium*
(SPRENGEL) TAUBERT. (CANAFÍSTULA)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais – Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Recuperação e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Anderson Cleiton José

Coorientador

Dr. José Márcio Rocha Faria

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Wilder de Souza.

Superação de dormência, condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. (Canafístula) / Wilder de Souza Silva. – Lavras: UFLA, 2015.

50 p.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Anderson Cleiton José.

Bibliografia.

1. Canafístula. 2. Dormência. 3. Osmocondicionamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

WILDER DE SOUZA SILVA

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA, CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium*
(SPRENGEL) TAUBERT. (CANAFÍSTULA)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais – Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Recuperação e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 07 de Janeiro de 2015

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	Embrapa Café
Dr. Everson Reis de Carvalho	UFLA
Dr. Adriano Alves da Silva	UFLA
Dr. José Márcio Rocha Faria	UFLA

Dr. Anderson Cleiton José
Orientador

LAVRAS - MG

2015

*Aos meus pais, Aginaldo e Maria Aparecida,
pelo exemplo de força, dedicação e união.
À minha esposa, Cristiane e filha Luísa,
pelo apoio incondicional.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido realizado sem a colaboração direta ou indireta de várias pessoas.

Desejo aqui expressar a minha mais profunda gratidão ao meu orientador Anderson Cleiton José e meu Coorientador José Márcio Rocha Faria por acreditarem em mim, pela dedicação, atenção, paciência e transferência de conhecimento.

Quero agradecer com muito amor e carinho aos meus pais, Aginaldo e Maria Aparecida, minha esposa Cristiane e filha Luísa pelo companheirismo, paciência, apoio, compreensão e estar presente em todos os momentos. Esta conquista é uma maneira especial de agradecê-los por tudo o que fizeram por mim.

Aos meus amigos, um sincero agradecimento pelo apoio.

A todos aqueles companheiros anônimos, colegas e familiares, que de alguma forma me ajudaram a desenvolver este trabalho.

À Universidade Federal de Lavras, ao programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, pela oportunidade de estudo.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, por contribuir com minha formação, o meu sincero obrigado.

À Professora Heloísa Oliveira dos Santos pelo companheirismo, apoio e ótimos conselhos.

À Doutora Olívia Alvina Oliveira Tonetti pelos ótimos conselhos.

À empresa Care Systems Soluções Bio Ambientais pelo apoio.

E a DEUS, por razões demais a serem descritas aqui...

“Nas grandes batalhas da
vida, o primeiro passo para
a vitória é o desejo de
vencer.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert (Canafístula) é uma espécie florestal nativa, heliófila, de rápido crescimento, considerada uma espécie promissora para a produção de madeira, recomendada para o uso na construção civil, marcenaria, arborização de cidades, bem como para o reflorestamento de áreas degradadas. No entanto, as sementes apresentam dormência tegumentar, causando problemas como a germinação desuniforme e dificuldades na avaliação na qualidade da semente, portanto, diversos métodos usados para superar esta dormência baseiam-se no fato de remover a camada cuticular cerosa ou formar estrias no tegumento das sementes, pois sua ruptura é imediatamente seguida pela embebição e início do processo germinativo. Além da quebra de dormência, o condicionamento osmótico tem sido amplamente utilizado para acelerar e uniformizar a germinação, favorecendo-a em condições de estresse, bem como contribuir para a manutenção da viabilidade de sementes. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho investigar métodos para a melhoria da germinação e vigor de sementes de canafístula. Foram realizados testes para verificar o melhor método de superação de dormência (em água quente 95°C, escarificação química em ácido sulfúrico e escarificação mecânica). Posteriormente, as sementes foram embebidas em soluções de PEG 6000 com os potenciais osmóticos de -1,0 e -1,5 MPa nas temperaturas de 10, 15 e 20°C, durante 24, 48 e 72 horas, para avaliar o melhor método de condicionamento. Posteriormente, as sementes foram armazenadas em câmara fria (10°C) e a 30°C. Os efeitos da superação de dormência, condicionamento e temperatura foram avaliados, por meio do teste de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, onde foi constatado que a escarificação em ácido sulfúrico apresentou-se como o método mais eficiente para a superação da dormência. O condicionamento osmótico em PEG 6000 não alterou significativamente a germinação e o vigor de sementes de *P. dubium*, sendo que, o condicionamento osmótico e a superação da dormência não alteraram o potencial de armazenamento das sementes.

Palavras-chave: Canafístula. Dormência. Osmocondicionamento. Germinação.

ABSTRACT

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert (Canafistula) is a native forest, heliophylous species of rapid growth, considered as a promising species for wood production, recommended for its use in civil construction, carpentry, city afforestation, as well as for reforesting degraded areas. However, the seeds present tegmental dormancy, causing problems such as uneven germination and issues in seed control evaluations, therefore, many methods used to overcome this dormancy are based on removing the waxy cuticular layer or form striation on the seed teguments, since their rupture is immediately followed by soaking and beginning of the germination process. In addition to the breaking dormancy, the osmotic conditioning has been widely used to accelerate and even out germination, favoring it under stress conditions, as well as contributing for the maintenance of seed viability. Thus, this work aimed to investigate methods for improving germination and the vigor of canafistula seeds. We conducted tests in order to verify the best method for overcoming seed dormancy (using hot water at 95°C, chemical scarification in sulfuric acid and mechanic scarification). Afterwards, the seeds were soaked in PEG 6000 solutions with osmotic potentials of -1.0 and -1.5 MPa at the temperatures of 10, 15 and 20°C, during 24, 48 and 72 hours, in order to evaluate the best method for seed conditioning. After conditioning, seeds were stored in cold chamber (10°C) and at 30°C. The effects of dormancy breaking method, water potential and temperature for seed conditioning were evaluated by means of germination test, first counting and germination speed index, in which we verified that the scarification in sulfuric acid was the most efficient method for overcoming seed dormancy. The osmotic conditioning in PEG 6000 did not significantly affected seed germination or vigor of *P. dubium* seeds, besides, the osmotic conditioning and overcoming of dormancy did not altered the storage potential of the seeds.

Keywords: Canafistula. Dormancy. Osmoconditioning. Germination.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Condições utilizadas no condicionamento das sementes de <i>Peltophorum dubium</i>25
Tabela 2	Condições de armazenamentos das sementes de Canafístula em câmara fria (10°C) e em câmara de armazenamento (30°C).....27
Tabela 3	Umidade (%) de sementes de canafístula, armazenadas em câmara fria 10° e câmara de armazenamento 30°C onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 600030
Tabela 4	Porcentagem de Germinação, primeira contagem de germinação e IVG de sementes de canafístula, submetidas a diferentes métodos de superação de dormência. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação).....31
Tabela 5	Germinação (%) de sementes de canafístula, submetidas a diferentes concentrações de PEG 6000 (MPa), Temperatura (°C) e Tempo (horas). *Testemunha – Escarificada em ácido sulfúrico. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas),

	dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste).....	33
Tabela 6	Resumo da análise de variância da primeira contagem de germinação (PCG) e da porcentagem de germinação (Germ.) de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais e temperaturas por 24, 48 e 72 horas.....	35
Tabela 7	Médias de primeira contagem de germinação de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes temperaturas.....	35
Tabela 8	Médias de primeira contagem de germinação de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas	36
Tabela 9	Médias de porcentagem de germinação de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas	37
Tabela 10	Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula (Controle) onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação).....	38

Tabela 11 Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula, armazenadas por 30 dias em câmara fria (10°C) onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação).....39

Tabela 12 Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula, armazenadas por 30 dias em câmara de armazenamento (30°C), onde T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação).....40

Tabela 13	IVE em sementes de canafistula, armazenadas em câmara fria 10° e 30°C onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000	42
-----------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert. (Canafístula)	16
2.2	Armazenamento de Sementes	17
2.3	Dormência em Sementes	18
2.4	Condicionamento Osmótico	21
3	OBJETIVOS	23
3.1	Objetivo geral	23
3.2	Objetivos específicos	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1	Coleta e beneficiamento das sementes	24
4.2	Teste de superação da dormência	24
4.3	Teste de condicionamento osmótico	25
4.4	Armazenamento	26
4.5	Avaliações.....	27
4.5.1	Determinação do conteúdo de água	27
4.5.2	Teste de germinação	28
4.5.3	Índice de velocidade de germinação (IVG).....	28
4.5.4	Protrusão radicular	28
4.5.5	Teste de emergência.....	29
4.5.6	Análises estatísticas.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Determinação do conteúdo de água	30
5.2	Superação da Dormência.....	30
5.3	Condicionamento Osmótico	32
5.4	Armazenamento	37
5.5	Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	42
6	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas naturais representam uma fonte imensurável de recursos genéticos e potenciais ao homem, seja como fonte direta de produtos ou gerando serviços. Grande parte desses recursos vem sendo destruído de modo irreversível, causando alterações profundas nestes ecossistemas e consequências, às vezes, desastrosas ao meio ambiente.

Neste contexto, a produção de sementes florestais vem ganhando grande importância para a formação de mudas para reflorestamento, arborização urbana, produção de madeira, entre outras aplicações que necessitam deste insumo.

A preocupação com a extinção de espécies e com a perda da diversidade genética despertou o interesse pela conservação do germoplasma vegetal há mais de 30 anos, com a finalidade de protegê-los e garantir sua utilização futura. Os recursos genéticos de plantas podem ser conservados na forma de sementes, pólen, órgãos vegetativos e plantios no campo. Uma das principais formas de conservação das espécies florestais é por meio da conservação *ex situ*, em bancos de germoplasma, capazes de mantê-las em condições que permitem a redução das perdas por deterioração.

Recentemente, com a introdução de novas técnicas como o condicionamento fisiológico, novos desafios para o uso e armazenamento de sementes surgiram. Esse tratamento tem como objetivo melhorar a qualidade de lotes de sementes, garantindo uma germinação mais rápida e uniforme. Entretanto, um dos efeitos do condicionamento é melhorar a capacidade de armazenamento de sementes tanto hortícolas quanto florestais, proporcionando uma germinação e emergência mais uniforme e rápida, pois a embebição controlada em sementes, com soluções de potencial osmótico, bem como temperatura e aeração, adequadas, sendo interrompida antes que ocorra a

protrusão radicular, permitem o início da germinação sem que ela seja completada.

Pelthophorum dubium é uma espécie arbórea heliófila e classificada como secundária inicial. Por ser uma espécie de rápido crescimento e dotada de importância ambiental e econômica é recomendada para reflorestamentos mistos de áreas degradadas, além de ser utilizada para o uso na construção civil, marcenaria, arborização de cidades, entretanto, as sementes apresentam dormência tegumentar, causando desvantagens como uma desuniformidade na germinação e problemas de avaliação na qualidade da semente, visto que atualmente são estudados vários métodos para superar esta dormência degradando a camada cuticular cerosa ou formar estrias no tegumento das sementes, pois sua ruptura é imediatamente seguida pela embebição e início do processo germinativo.

Porém, algumas hipóteses e questionamentos são levantados, como se a superação da dormência, bem como o potencial osmótico utilizado no osmocondicionamento, alteram as condições ideais para o armazenamento destas sementes se comparado àquelas não condicionadas e quais seriam os períodos e temperaturas adequados de armazenamento de sementes submetidas a esse tratamento.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo de investigar métodos para a melhoria da germinação e vigor de sementes de canafistula.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. (Canafístula)

Peltophorum dubium (Canafístula) é uma espécie secundária inicial (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990) e que ocorre desde o estado da Bahia (Brasil) até a Argentina e Paraguai. Espécie de grande porte pode atingir até 40 m de altura, de característica semidecíduas a decídua, com folhas alternadas e compostas, inflorescências em panículas terminais, com fruto do tipo vagem e indeiscente que contém de uma a duas sementes (REITZ; KLEIN; REIS, 1978).

Segundo Carvalho (2003), *P. dubium* é uma espécie que desempenha papel pioneiro nas áreas abertas em capoeiras e em matas degradadas, sendo comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando grandes clareiras e bordas de mata em virtude do fato de ser uma espécie de crescimento rápido, muito rústica e heliófila, sendo, também, recomendada para reflorestamentos de áreas degradadas.

A madeira apresenta resistência moderada ao apodrecimento e é bastante usada na construção civil, apresentando potencial para utilização em sistemas produtivos e em escala comercial (CURTI, 2011). Além do uso de sua madeira em diversas aplicações, sua casca contém tanino, utilizado em curtumes. Também é utilizada como ornamental, para arborização urbana (REITZ et al., 1978).

As sementes de *Peltophorum dubium* apresentam dormência tegumentar que pode ser superada, em ambientes naturais, pelo aumento repentino da temperatura do solo por ocasião da abertura de clareiras na floresta (CARVALHO, 2003). O poder germinativo é alto (de até 95%) em sementes com superação de dormência e baixo (no máximo 28%) naquelas sementes que não foram submetidas à superação de dormência (CARVALHO, 2003). A

emergência ocorre entre 15 e 30 dias e o desenvolvimento das mudas é rápido, as quais são consideradas prontas para o plantio no local definitivo em 4 a 5 meses (LORENZI, 2002).

2.2 Armazenamento de Sementes

Segundo Bewley et al. (2013), a qualidade fisiológica de uma semente pode ser demonstrada por meio de seu potencial germinativo, vigor e longevidade.

O armazenamento pode ser realizado, quando a maturidade fisiológica de uma semente é atingida e as condições ambientais podem influenciar na redução de sua qualidade fisiológica, pela intensificação do processo de deterioração natural da semente (HARRINGTON, 1971).

O fator mais relevante para a manutenção da viabilidade e da longevidade das sementes armazenadas é o binômio, temperatura de armazenamento e conteúdo de umidade da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Harrington (1972), para cada redução de um ponto percentual no conteúdo de água da semente, a longevidade é dobrada, considerando-se o intervalo de 5% a 14%. Com relação à temperatura, para cada 5°C de redução no ambiente de armazenamento, a longevidade também é dobrada, no intervalo de 0°C a 50°C, em razão de uma maior atividade respiratória nas temperaturas mais elevadas.

Outros fatores que também podem afetar o armazenamento de sementes osmocondicionadas, estão relacionados ao seu tratamento. Apesar dos efeitos benéficos do condicionamento osmótico sobre a viabilidade das sementes, esta técnica acarreta em um estresse hídrico na semente, podendo ativar genes específicos conferindo resistência ao estresse e promover alterações

bioquímicas, como a produção de espécies reativas de oxigênio e de solutos osmoticamente ativos (SMIRNOFF, 1995).

Além disso, a absorção de íons da solução osmótica pelas sementes pode acarretar distúrbios no balanço osmótico das células, estimulando o influxo de água nas sementes, podendo causar toxidez às plântulas (FRETT; PILL; MORNEAU, 1991).

2.3 Dormência em Sementes

Apesar da existência de todas as condições favoráveis para sua germinação, existem sementes que, mesmo viáveis, não germinam. Essas sementes são consideradas dormentes e precisam de tratamento para superação desta dormência (ALVES et al., 2000). As sementes de cerca de um terço das espécies germinam imediatamente em condições favoráveis, mas as demais apresentam algum tipo de dormência (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

A dormência em sementes pode ser classificada em três tipos: dormência tegumentar, embrionária (embrião subdesenvolvido ou subdiferenciado) e dormência em razão de substâncias promotoras e inibidoras (BEWLEY et al., 2013). A dormência imposta pelo tegumento, comum em sementes da família Leguminosae, como a canafístula, tem trazido problemas aos viveiristas na formação de mudas (BIANCHETTI; RAMOS, 1982).

Sementes com dormência apresentam características que promovem alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, sendo necessária a superação destas restrições para que a semente germine em virtude de mecanismos endógenos, algumas sementes não germinam mesmo quando submetidas a condições ambientais favoráveis à germinação (CARDOSO, 2004; MARCOS FILHO, 2005).

Apesar da dormência em sementes ser um mecanismo eficiente e importante para garantir a sobrevivência e perpetuação da espécie, esta característica é considerada um fator limitante à sua propagação, pois apenas uma pequena porcentagem destas sementes germina em condições naturais (LOPES et al., 1998).

A dormência funciona como mecanismo de resistência natural aos fatores adversos do meio, onde sementes dormentes podem permanecer no ambiente por longos períodos, sem que ocorra a germinação, a qual somente ocorrerá quando a dormência for superada e as condições ambientais forem favoráveis ao crescimento das plântulas (ALVES et al., 2000; DANTAS et al., 2000).

Os diversos tratamentos utilizados na superação de dormência tegumentar baseiam-se na degradação da camada cuticular cerosa ou formar estrias/perfurações no tegumento das sementes, proporcionando maior taxa de embebição, o que favorece o início do processo germinativo (BIANCHETTI; RAMOS, 1981).

Embora algumas sementes de espécies florestais consigam manter a viabilidade por longos períodos de tempo, comumente apresentam também como característica, germinação lenta e irregular, mesmo que sejam conferidas as condições ambientais favoráveis para seu desenvolvimento, pois sementes com dormência possuem alguma restrição fisiológica ou tegumentar, sendo necessária a superação destas restrições para que ocorra melhora significativa na germinação (CARDOSO, 2004; MURDOCH; ELLIS, 2000).

Sementes de algumas leguminosas lenhosas possuem dificuldades na absorção de água, em razão de seu tegumento pouco permeável, visto que o tegumento impermeável das leguminosas é formado por camadas de células em paliçada, além de serem recobertas externamente por camadas cuticulares cerosas (HARTMANN; KESTER, 1975).

Entre os tratamentos utilizados com sucesso para superação da dormência tegumentar de espécies florestais, destacam-se a escarificação mecânica e química, além da imersão das sementes em água quente. A eficiência destes tratamentos depende do nível de dormência, que é variável entre diferentes espécies.

Na produção de mudas florestais, a dormência é indesejável, pois dificulta ou inviabiliza a emergência de plântulas, sendo comum na maioria das espécies florestais. A dormência em sementes é também uma estratégia de sobrevivência, principalmente, daquelas em estágio inicial da sucessão ecológica (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007), como a canafístula.

O potencial germinativo das sementes varia em função de fatores como temperatura e umidade, pois a germinação ocorre dentro de um determinado limite, cuja variação e valores dependem de cada espécie e a temperatura ideal para germinação pode variar de acordo com a condição fisiológica de cada semente, onde sementes mais velhas, de uma mesma espécie, necessitam de uma temperatura ótima diferente das sementes mais jovens, pois a temperatura ótima varia, tornando-se menos específica com a perda da dormência residual das sementes (MARCOS FILHO, 2005; MAYER; POLJAKF-MYBER, 1989).

Da mesma forma que para a germinação, as condições de armazenamento irão interferir no vigor das sementes, podendo até levar a mesma a algum tipo de dormência secundária, que ocorre quando as sementes, depois de serem dispersas no ambiente, não encontram condições apropriadas à germinação (BORGHETTI, 2004; SCALON et al., 2006).

Fatores como umidade e temperatura elevadas afetam a longevidade das sementes, causando o envelhecimento acelerado das mesmas, a impermeabilidade do tegumento restringe a entrada de água e de oxigênio, retardando o processo de deterioração das sementes (SANTOS; MORAIS; MATOS, 2004). Por este fato, quando tratamentos para quebra de dormência são

aplicados antes da germinação, podem ocasionar efeitos negativos nas sementes, pois a mesma ficará mais exposta às condições ambientais, acarretando no envelhecimento acelerado, diminuindo, assim, o potencial de armazenamento das sementes.

2.4 Condicionamento Osmótico

O processo de absorção de água pelas sementes é uma etapa essencial para o início da germinação. Em condições consideradas ideais, a absorção de água pelas sementes obedece, geralmente, a um modelo trifásico, onde na primeira fase (I), a entrada de água depende somente da diferença de potencial hídrico, um processo puramente físico-químico que ocorre em qualquer semente, mesmo inviável ou dormente (desde que esta dormência não seja tegumentar). Na segunda fase (II), também, conhecida como a fase lag da absorção de água, praticamente, não há acréscimo na embebição, porém com os tecidos já hidratados, ocorrem eventos metabólicos importantes para o processo germinativo, até que ocorra a emergência da raiz primária. Com o rompimento do tegumento, a semente volta a absorver água e ocorre alongamento da raiz primária, acontecendo somente em sementes que já iniciaram o processo germinativo o que caracteriza a terceira fase (III) (BEWLEY et al., 2013).

O potencial osmótico das células da semente determina a habilidade do embrião em absorver água e iniciar o crescimento. Por este fato, o controle de absorção de água pelas sementes, por meio de solução osmótica, pode ser utilizado com o objetivo de não permitir a emergência da raiz primária, evitando danos ao embrião, até que a semente seja submetida a condições favoráveis à germinação (WANLI; LEIHONG; PEREZ, 2001).

O condicionamento osmótico, também conhecido como *priming*, é um tratamento germinativo que consiste na imersão da semente em solução

osmótica por dado período e temperatura (ANWAR et al., 1978). Desta maneira, regula-se a quantidade de água absorvida pela semente, promovendo as fases I e II da germinação, no entanto, sem permitir o avanço do processo, evitando a emergência da raiz primária (POSSE et al., 2002).

Agentes osmóticos inorgânicos como NaCl, KNO₃ e MgSO₄ e orgânicos, como polietileno glicol (PEG), manitol e sacarose são utilizados para aumentar a concentração da solução, diminuindo, assim, o potencial hídrico, sendo, portanto, os mais utilizados para condicionamento osmótico. Entretanto, o PEG com alto peso molecular (6000, 8000, 20000) é muito utilizado, uma vez que produz uma solução quimicamente inerte, estável e não tóxico para as sementes (MARCOS FILHO, 2005; SOMERS; ULLRICH; RANSAY, 1983; TRIGO et al., 1999).

É importante fornecer condições favoráveis ao condicionamento osmótico como a temperatura, a concentração da solução (potencial osmótico), o período de duração do tratamento, luminosidade, o método e o período de secagem após o tratamento, e outros fatores que podem influenciar o processo de osmocondicionamento (BRADFORD, 1986).

Diversos benefícios têm sido relatados com o emprego do osmocondicionamento, dentre eles, o aumento da porcentagem de germinação, particularmente sob condições adversas, como escassez hídrica, alta salinidade e altas e baixas temperaturas, pois além de melhorar a qualidade dos lotes de sementes em termos de velocidade e uniformidade de germinação, o condicionamento pode induzir a tolerância a condições de estresse biótico e abiótico (CHEN et al., 2010; FAROOQ et al., 2009; JELLER, 2002; ZHU, 2002)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Investigar métodos para a melhoria da germinação e vigor de sementes de canafístula e seu efeito no armazenamento das sementes.

3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a influência de métodos de superação de dormência para melhoria da germinação e vigor de sementes de canafístula;
- b) Avaliar a influência do condicionamento osmótico, realizado com solução de PEG 6000 para melhoria da germinação e vigor de sementes de canafístula;
- c) Avaliar o efeito da temperatura de armazenamento de sementes de canafístula após superação da dormência e condicionamento fisiológico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e beneficiamento das sementes

A coleta dos frutos maduros foi realizada em 5 matrizes, localizadas no Campus da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG no mês de maio de 2013.

Foi feito o acompanhamento diário para coleta dos frutos no ponto de maturidade fisiológica, que ocorre entre os meses de abril e junho, caracterizado pela mudança de coloração dos frutos passando de castanho-esverdeada-clara para marrom escura (DONADIO; DEMATTÊ, 2000; DURIGAN; NOGUEIRA, 1990; FIGLIOLIA; SILVA, 1982). Após a coleta realizada como auxílio de um podão, os frutos foram secos à sombra e acondicionados em sacos de aniagem para extração das sementes, realizada com o auxílio de um martelo de borracha.

Após o beneficiamento, as sementes foram submetidas aos testes descritos a seguir para verificar o melhor método de superação de dormência e condicionamento osmótico para, então, serem submetidas ao armazenamento em diferentes condições.

4.2 Teste de superação da dormência

A superação da dormência foi realizada, de acordo com os tratamentos recomendados por Dutra et al. (2012), em que sementes foram submetidas aos seguintes métodos:

- a) Imersão em água quente: as sementes foram imersas em temperatura de 95°C e deixadas em repouso fora do aquecimento por 24 horas à temperatura de 25°C;

- b) Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado (98%): as sementes foram submersas em solução concentrada de ácido sulfúrico (98%) por 15 minutos e, em seguida, lavadas em água corrente e imersas em água por 24 horas em temperatura de 25 °C;
- c) Escarificação mecânica com o auxílio de um alicate: foi realizado um corte na região oposta ao eixo embrionário e imersão das sementes em água por 24 horas à temperatura em 25 °C.

Após a determinação do melhor método de superação de dormência, foi realizado o pré-teste de condicionamento osmótico.

4.3 Teste de condicionamento osmótico

Para determinação das melhores condições de condicionamento osmótico, foi realizado o teste descrito abaixo:

As sementes foram divididas em quatro amostras, as quais foram pesadas e condicionadas em PEG 6000, variando-se a concentração de PEG e, por consequência, o período de condicionamento e a temperatura de incubação, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 Condições utilizadas no condicionamento das sementes de *Peltophorum dubium*

Potencial Hídrico em PEG	Temperatura	Tempo
-1,0 Mpa	10, 15 e 20°C	24, 48 e 72 horas
-1,5 Mpa	10, 15 e 20°C	24, 48 e 72 horas

O cálculo para a concentração de PEG 6000 foi realizado, de acordo com Michel e Kaufmann (1973), descrita por Villela, Doni Filho e Sequeira (1991).

As sementes foram submetidas ao método de superação de dormência que proporcionou o melhor resultado e, em seguida, foram colocadas para condicionamento em bandejas forradas com papel de filtro umedecidas com solução de PEG 6000 e depois cobertas com filme plástico, para evitar a evaporação. Em seguida, estas bandejas foram colocadas em câmaras de germinação (BOD) em diferentes temperaturas.

Após cada período de tempo de 24, 48 e 72h, as sementes foram retiradas das câmaras de germinação, lavadas rapidamente em água corrente e submetidas à secagem em recipiente hermético contendo sílica, na temperatura de 25°C, até a estabilização de seu peso.

4.4 Armazenamento

Após a determinação do melhor método de superação de dormência e condicionamento osmótico, as sementes foram armazenadas em embalagens herméticas em câmara fria (10°C) e em câmara a 30°C, por 30 dias no Laboratório Central de Sementes – DAG/UFLA, depois de tratamentos de superação de dormência e condicionamento fisiológico, conforme especificado na tabela 2.

Tabela 2 Condições de armazenamentos das sementes de *Canafistula* em câmara fria (10°C) e em câmara de armazenamento (30°C)

Tratamento	Condicionamento	Superação de dormência
T1	Sem condicionamento	Sem superação
T2	Sem condicionamento	Com superação
T3	Com condicionamento	Com superação
T4	Com condicionamento	Sem superação

4.5 Avaliações

Antes do armazenamento (controle) e após 30 dias de armazenamento, foram realizadas as seguintes avaliações: determinação do conteúdo de água, teste de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), teste de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE).

4.5.1 Determinação do conteúdo de água

Determinou-se a umidade das sementes antes e após os tratamentos de superação da dormência e condicionamento osmótico seguido de secagem, conforme Brasil (2009).

O conteúdo de água foi determinado pelo método da estufa, a 105°C por 24 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 1g para cada lote e os resultados calculados com base no peso das sementes úmidas (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008).

4.5.2 Teste de germinação

Após o armazenamento foi realizado o teste de germinação, seguindo metodologia proposta por Oliveira (2008), utilizando-se 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas em rolos de papel tipo Germitest®, umedecidos com 2,5 vezes de seu peso em volume de água destilada, mantidas em germinador com temperatura constante de 30°C (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008).

As avaliações foram realizadas no 4º dia, após a instalação do teste (primeira contagem), e a última contagem no 10º dia (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

A classificação das plântulas como normais ou anormais foi realizada considerando normais as plântulas com todas as estruturas essenciais em perfeito desenvolvimento (ALCALAY; AMARAL, 1981; BRASIL, 2009).

4.5.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

O IVG foi calculado, segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), conjuntamente ao teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes com protrusão radicular.

4.5.4 Protrusão radicular

A porcentagem de protrusão radicular foi também obtida no teste de germinação, computando-se o número de sementes com radícula protrundida, no sétimo dia após a instalação do teste.

4.5.5 Teste de emergência

As sementes foram semeadas em canteiros preparados com solo na proporção de 2:1 (terra: areia), a céu aberto na profundidade de 2 cm (PEREZ; FANTI; CASALI, 1999).

As avaliações foram realizadas a cada 24 horas, sendo consideradas emergidas as plântulas que apresentavam a parte aérea com 2 cm acima do solo e a contagem do total de plântulas emergidas foi realizado aos 21 dias, tendo os resultados expressos em porcentagem (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; WANLI; LEIHONG; PEREZ, 2001).

4.5.6 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com análise de variância (F 5% e 1% de probabilidade) com quatro tratamentos e quatro repetições. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o software SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação do conteúdo de água

As sementes apresentaram 5,0% de umidade para testemunha e condicionadas em PEG 6000; as sementes tratadas somente com ácido sulfúrico concentrado (98%) e tratadas com ácido sulfúrico concentrado (98%) e condicionadas em PEG 6000 obtiveram valores de teor de água estatisticamente mais elevados (6,5%) (Tabela 3).

O teor de água maior nos tratamentos onde ocorreram a escarificação com ácido sulfúrico, ocorreu, pois há a degradação da barreira tegumentar da semente, proporcionando uma maior taxa de embebição pela semente.

Tabela 3 Umidade (%) de sementes de canafístula, armazenadas em câmara fria 10° e câmara de armazenamento 30°C onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000

Tratamento	Controle	Câmara Fria 10°C	Câmara Arm. 30°C
T1	4,92 b	5,03 b	5,01 b
T2	6,43 a	6,52 a	6,53 a
T3	6,39 a	6,64 a	6,47 a
T4	5,02 b	5,10 b	5,09 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5.2 Superação da Dormência

Os resultados de porcentagem de germinação dos pré-testes para superação de dormência são mostrados na tabela 4.

Tabela 4 Porcentagem de Germinação, primeira contagem de germinação e IVG de sementes de canafístula, submetidas a diferentes métodos de superação de dormência. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação)

Tratamentos	Superação da dormência					IVG
	PCG (%)	Germ. (%)	Anorm. (%)	Mortas (%)	Dorm. (%)	
Sem Superação (Test.)	5 c	10 c	0 a	3 a	89 a	1.7412 c
Imersão em Água Quente	29 b	42 b	3 a	3 a	52 b	11.694 b
Ácido Sulfúrico	70 a	87 a	9 a	4 a	0c	31.374 a
Escarificação Mecânica	71 a	91 a	6 a	3 a	0 c	33.284 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando-se os resultados do teste de germinação das sementes submetidas ao tratamento de escarificação mecânica, observa-se que estes não diferiram, estatisticamente, da germinação observada nas sementes imersas em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos.

Considerando o percentual de germinação de sementes submetidas à escarificação mecânica e em ácido sulfúrico, conclui-se que ambos são eficientes para superação de dormência, porém é necessário salientar que o método de escarificação mecânica é bastante trabalhoso e demorado, tornando-o difícil de ser aplicado em grande escala, além de correr o risco de causar danos ao cotilédone, caso a escarificação não seja realizada da maneira correta.

A imersão das sementes em água quente proporcionou baixo percentual de germinação, apenas 42% de plântulas normais e 52% de sementes dormentes se assemelhando aos resultados obtidos por Piroli et al. (2005) e contrapondo-se aos resultados obtidos por Oliveira, Davide e Carvalho (2003) que, utilizando a mesma metodologia do presente estudo, obtiveram aproximadamente 90% de germinação em dois lotes de sementes de canafístula. Este tratamento foi

significativamente diferente dos demais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A testemunha, correspondente às sementes não submetidas ao tratamento de superação de dormência, apresentou apenas 10% de germinação, com porcentagem de 89% de sementes dormentes ao final do teste.

Sendo assim, foi selecionado o método de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado (98%) por 15 minutos, para condução das análises em função da eficiência para superar a dormência e pela maior aplicabilidade em utilizar esse método em laboratório.

5.3 Condicionamento Osmótico

A análise de variância da porcentagem de germinação das sementes em diferentes potenciais osmóticos, temperatura e tempo, teve efeito significativo na germinação das sementes, porém a interação entre esses fatores não foi significativa na porcentagem final de germinação (Tabela 5).

Tabela 5 Germinação (%) de sementes de canafístula, submetidas a diferentes concentrações de PEG 6000 (MPa), Temperatura (°C) e Tempo (horas). *Testemunha – Escarificada em ácido sulfúrico. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste)

Tratamentos	Condicionamento				
	PCG (%)	Germ. (%)	Anorm. (%)	Mortas (%)	Dorm. (%)
*Testemunha	73 abc	86 ab	5 a	3 a	6 ab
T1: -1,0 MPa/10°C/24 horas	62 abc	74 ab	2 a	5 a	19 a
T2: -1,0 MPa/15°C/24 horas	54 c	70 b	9 a	11 a	10 ab
T3: -1,0 MPa/20°C/24 horas	68 abc	74 ab	6 a	7 a	13 ab
T4: -1,5 MPa/10°C/24 horas	67 abc	76 ab	4 a	2 a	18 ab
T5: -1,5 MPa /15°C /24 horas	68 abc	85 ab	4 a	2 a	9 ab
T6: -1,5 MPa /20°C /24 horas	76 abc	78 ab	6 a	4 a	12 ab
T7: -1,0 MPa /10°C /48 horas	61 abc	76 ab	9 a	6 a	9 ab
T8: -1,0 MPa /15°C /48 horas	58 abc	79 ab	5 a	6 a	10 ab
T9: -1,0 MPa /20°C /48 horas	80 a	90 a	4 a	3 a	3 b
T10: -1,5 MPa /10°C /48 horas	60 abc	76 ab	6 a	3 a	15 ab
T11: -1,5 MPa /15°C /48 horas	56 bc	79 ab	8 a	2 a	12 ab
T12: -1,5 MPa /20°C /48 horas	59 abc	78 ab	9 a	1 a	12 ab
T13: -1,0 MPa /10°C /72 horas	78 ab	84 ab	3 a	7 a	6 ab
T14: -1,0 MPa /15°C /72 horas	80 a	88 a	5 a	2 a	5 ab
T15: -1,0 MPa /20°C /72 horas	75 abc	84 ab	5 a	4 a	7 ab
T16: -1,5 MPa /10°C /72 horas	75 abc	86 ab	3 a	4 a	7 ab
T17: -1,5 MPa /15°C /72 horas	68 abc	84 ab	4 a	5 a	7 ab
T18: -1,5 MPa /20°C /72 horas	66 abc	84 ab	5 a	4 a	7 ab

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando-se os resultados de germinação das sementes nos testes de condicionamento osmótico, observa-se que os tratamentos T9 com potencial hídrico de -1,0Mpa, condicionado em temperatura de 20°C por 48 horas e T14 com potencial hídrico de -1,0Mpa, condicionado em temperatura de 15°C por 72 horas obtiveram 90% e 88% de plântulas germinadas respectivamente, apresentando-se estatisticamente superiores à testemunha e aos demais tratamentos.

Segundo Khan et al. (1981), o potencial hídrico utilizado, comumente, no condicionamento osmótico com PEG 6000 está na faixa de -0,5 a -2,0 Mpa e a duração do tratamento pode variar de 4 a 35 dias. Por este fato, pode-se analisar que o curto de tempo de embebição das sementes de canafistula, no presente estudo, tenha sido insuficiente para promover melhorias significativas na viabilidade das sementes condicionadas.

Analisando os resultados de porcentagem de germinação, verifica-se que, no tratamento 9, as sementes obtiveram melhor resultado, quando condicionadas ao potencial hídrico -1,0 de PEG 6000 a 10°C por 48 horas. Portanto, sendo o tratamento mais indicado para osmocondicionamento das sementes de canafistula para realização dos testes de armazenamento.

De acordo com a análise de variância (Tabela 6) verificou-se diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade na temperatura do condicionamento (B) para a variável PCG e ao nível de 1% de probabilidade no tempo de condicionamento (C) para as variáveis PCG e Germ. e não significativa para a variável potencial osmótico (A).

A análise de variância aponta ainda interação significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade ao se comparar as condições de potencial hídrico e tempo de condicionamento para as variáveis PCG e Germ. Estes resultados evidenciam o comportamento diferenciado entre o potencial hídrico e tempo de condicionamento aplicados.

Tabela 6 Resumo da análise de variância da primeira contagem de germinação (PCG) e da porcentagem de germinação (Germ.) de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais e temperaturas por 24, 48 e 72 horas

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		PCG (%)	Germ. (%)
Potencial (A)	1	6,13 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Temperatura (B)	2	16,68*	2,89 ^{ns}
Tempo (C)	2	50,51**	28,51**
A x B	2	7,04 ^{ns}	4,22 ^{ns}
A x C	2	36,13**	11,76**
B x C	4	12,22 ^{ns}	3,18 ^{ns}
A x B x C	4	7,04 ^{ns}	4,35 ^{ns}
Fatorial vs. Testemunha	1	7,76 ^{ns}	7,91 ^{ns}
Resíduo	57	5,11	2,58
CV (%)		13,30	8,03

^{ns} não significativo pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ** significativo a 1% pelo teste F.

Verifica-se na tabela 7 pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que a primeira contagem da germinação (PCG), de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas, apresentou melhores resultados quando condicionadas a 20°C, sendo este resultado o mesmo da testemunha.

Tabela 7 Médias de primeira contagem de germinação de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	PCG
10	17 ab
15	16 b
20	18 a
Testemunha	18

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Também observou-se (Tabela 8) pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que a primeira contagem da germinação (PCG), de sementes de canafistula submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas, apresentou melhores resultados quando condicionadas em potencial osmótico -1,0 por 72 horas e -1,5 por 24 e 72 horas onde os resultados se assemelham com o resultado obtido na testemunha.

Tabela 8 Médias de primeira contagem de germinação de sementes de canafistula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas

Potencial osmótico (MPa)	Tempo (horas)		
	24	48	72
-1,0	15 bC	17 aB	19 aA
-1,5	18 aA	15 aB	17 aA
Testemunha	18		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Além disso, pode verificar (Tabela 9) pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que a porcentagem de germinação (Germ.) de sementes de canafistula submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas apresentou melhores resultados quando condicionadas em potencial osmótico -1,0 por 48 e 72 horas e -1,5 por 24 e 72 horas onde os resultados também se aproximam do resultado obtido na testemunha.

Tabela 9 Médias de porcentagem de germinação de sementes de canafístula submetidas ao condicionamento fisiológico em diferentes potenciais osmóticos por 24, 48 e 72 horas

Potencial osmótico (MPa)	Tempo (horas)		
	24	48	72
-1,0	18 bB	20 aA	21 aA
-1,5	20 aAB	19 aB	21 aA
Testemunha	22		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.4 Armazenamento

Avaliando-se os resultados da germinação das sementes (Tabelas 10, 11 e 12), nos diferentes tratamentos e condições de armazenamento, nota-se que os tratamentos de escarificação com ácido sulfúrico e o tratamento com ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 apresentaram melhores médias antes do armazenamento.

Além disso, verificou-se também que os tratamentos de escarificação com ácido sulfúrico não diferiram estatisticamente do tratamento com ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 em ambas condições de armazenamento. No entanto, no tratamento em que as sementes foram imersas somente em ácido sulfúrico concentrado (98%) houve os melhores resultados na porcentagem de plântulas normais. Porém, vale ressaltar que o armazenamento das sementes de canafístula em temperaturas de 30°C ocasionou uma diminuição em seu potencial germinativo em relação ao armazenamento a 10°C, onde a porcentagem de germinação foi de 85% em sementes armazenadas em câmara fria e de apenas 60% de germinação de sementes armazenadas em temperaturas de 30°C.

Tabela 10 Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula (Controle) onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação)

Tratamentos	PCG (%)	Germ. (%)	Anorm. (%)	Mortas (%)	Dorm. (%)	IVG
T1	0 b	4 b	0a	4 a	92 a	0,90 b
T2	68 a	88 a	1 a	4 a	7 b	32,4 a
T3	70 a	87 a	1 a	4 a	8 b	30,10 a
T4	0 b	9 b	0 a	0 a	91 a	0,52 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 11 Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafistula, armazenadas por 30 dias em câmara fria (10°C) onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação)

Tratamentos	PCG (%)	Germ. (%)	Anorm. (%)	Mortas (%)	Dorm. (%)	IVG
T1	1 b	5 b	0 a	3 a	92 a	0,92 b
T2	59 a	85 a	4 a	3 a	10 b	31,20 a
T3	59 a	78 a	6 a	4 a	12 b	29,90 a
T4	0 b	3 b	0 a	0 a	97 a	0,42 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 12 Resultados da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula, armazenadas por 30 dias em câmara de armazenamento (30°C), onde T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000. PCG (primeira contagem de germinação – 4 dias), Germ. (germinação), Anorm. (porcentagem de plântulas anormais), mortas (porcentagem de sementes mortas), dormentes (porcentagem de sementes dormentes – duras ao final do teste), IVG (índice de velocidade de germinação)

Tratamentos	PCG (%)	Germ. (%)	Anorm. (%)	Mortas (%)	Dorm. (%)	IVG
T1	3 b	4 b	0 b	1 b	95 a	0,96 b
T2	47 a	60 a	18 a	14 a	8 b	20,33 a
T3	38 a	52 a	20 a	17 a	11 b	16,42 a
T4	4 b	6 b	1 b	2 b	92 a	1,10 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados de primeira contagem da germinação evidenciaram que não houve diferença no potencial germinativo de sementes de canafístula tratadas somente com ácido sulfúrico e sementes tratadas com ácido sulfúrico condicionadas em PEG 6000 (59%) armazenadas em câmara fria, além disto, ao serem armazenadas em temperatura de 30°C, sementes submetidas à estes tratamentos obtiveram 47% e 38%, respectivamente, não apresentando diferenças significativas, mesmo que ainda nenhum dos dois tratamentos apresentasse valores superiores aos obtidos em sementes armazenadas em câmara fria 10°C. Nos experimentos realizados sob temperatura supraótima de 30°C (PEREZ; FANTI; CASALI, 1998), com a utilização de PEG e manitol, observaram reduções significativas da porcentagem e velocidade de germinação a partir de -0,2Mpa.

Sementes condicionadas em PEG 6000 e não submetidas à superação de dormência, apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos da testemunha, nas duas condições de armazenamento, durante a avaliação da primeira contagem da germinação.

Pelos resultados de IVG, verifica-se que os tratamentos submetidos à quebra de dormência com ácido sulfúrico apresentaram melhor qualidade do que a testemunha (0,92) e (0,96) (Tabelas 11 e 12) e não diferiram estatisticamente entre si, onde apresentaram médias de 31,2 (T2) e 29,9 (T3) para sementes armazenadas em câmara fria 10°C e 20,33 (T2) e 16,42 (T3) em sementes armazenadas em câmara de armazenamento a 30°C, porém, apresentaram diferenças significativas entre o armazenamento a 10° e 30°C, onde houve uma queda de 35% (T2) e 45% (T3), respectivamente.

Sementes condicionadas em PEG 6000 e não submetidas à superação de dormência apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos da testemunha, nas duas condições de armazenamento, evidenciando novamente que, pelo fato da dormência tegumentar não ter sido superada, a absorção de água tornou-se baixa.

Sementes dormentes, sem superação da dormência, permaneceram duras após o teste de germinação em taxas acima de 90%, o que demonstra a necessidade de tratamento para a superação de dormência em sementes dessa espécie para a obtenção de germinação rápida e uniforme.

A eficiência do ácido sulfúrico na quebra de dormência e promoção da germinação de sementes de canafístula foi verificada por vários autores. Porém, esta eficiência foi conseguida ao utilizar diferentes períodos de imersão das sementes em ácido sulfúrico, como 4, 6 e 8 minutos (BIANCHETTI; RAMOS, 1981), 15 minutos (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2003), 20 minutos (GUERRA et al., 1982) e 30 minutos (CAPELANES, 1991).

A diferença de resultados encontrados entre esses autores, para o tratamento que utiliza ácido sulfúrico ou água quente, pode ser decorrência das variações genéticas e ambientais entre os lotes utilizados (SENAME et al., 2012). Espécies com ampla distribuição geográfica podem responder diferentemente aos tratamentos utilizados, em razão dos efeitos de adaptação e da origem (MARTINS; NAKAGAWA, 2008).

Em sementes com tegumento impermeável, tratamentos com a utilização de ácido sulfúrico têm revelado bons resultados na superação da dormência; tal efeito foi registrado em sementes de sabiá, barbatimão e faveira (MARTINS; CARVALHO; OLIVEIRA, 1992; MARTINS; NAKAGAWA, 2008; NASCIMENTO et al., 2009).

5.5 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

O resultado do índice de velocidade de emergência das sementes nos diferentes tratamentos está apresentado na tabela 9.

Tabela 13 IVE em sementes de canafistula, armazenadas em câmara fria 10° e 30°C onde, T1 – Testemunha (sem tratamento para superação de dormência e condicionamento osmótico); T2 – Escarificação química em ácido sulfúrico; T3 – Escarificação química em ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 e T4 – sem superação da dormência física e condicionadas em PEG 6000

Tratamento	Controle	Câmara Fria 10°C	Câmara Arm. 30°C
T1	0 b	0 b	0,1 b
T2	28,6 a	24,4 a	16,6 a
T3	28,4 a	23,8 a	14,9 a
T4	0,6 b	0,6 b	0,6 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se que os tratamentos de escarificação com ácido sulfúrico e o tratamento com ácido sulfúrico + condicionamento em PEG 6000 apresentaram melhores médias de IVE antes do armazenamento.

Além disso, pode-se observar, que as sementes armazenadas submetidas ao ácido sulfúrico, com e sem condicionamento, apresentaram melhores médias de IVE 24,4 (T2) e 23,8(T3) armazenadas em câmara fria e 16,6 (T2) e 14,9 (T3) armazenadas a 30°C. Em ambas as condições de armazenamento, os resultados de T2 e T3 foram superiores à testemunha T1 (0 e 0,1).

As sementes submetidas somente ao condicionamento com PEG 6000 apresentaram valores estatisticamente semelhantes à testemunha nas duas condições de armazenamento (0,6). Esses resultados confirmam a ocorrência de dormência tegumentar nas sementes de canafístula.

6 CONCLUSÕES

Os melhores tratamentos para a superação da dormência das sementes de canafístula foram a escarificação mecânica e a imersão em ácido sulfúrico concentrado durante 15 minutos.

O condicionamento osmótico em PEG 6000 não alterou significativamente o potencial germinativo e o vigor de sementes de canafístula;

A superação da dormência e o condicionamento osmótico em PEG 6000 não alteram o potencial de armazenamento de sementes de *P. dubium*.

REFERÊNCIAS

ALCALA Y, N.; AMARAL, D. M. I. Descrição de plântulas de algumas essências florestais de interesse econômico para o Rio Grande do Sul. **Roessléria**, Porto Alegre, v. 4, n.1, p.85-100,1981.

ALVES, M. C. S. et al. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. E *Bauhinia unguolata* L. - Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 139-144, jun. 2000.

ANWAR, A. K. et al. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 83, p. 267-278, 1978.

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds**: physiology of development, and germination and dormancy. 3rd. ed. New York: Plenum Press, 2013.

BIANCHETTI, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 2, p. 57-67, jun. 1981b.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de canafistula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 4, p. 91-99, 1982.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de guapuruvu (*Schisolobium parayba* (Vellozo) Blake). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 3, p. 69-76, dez. 1981a.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 109-123.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009.

CAPELANES, T. M. C. Quebra de dormência de sementes florestais em laboratório. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SEMENTES FLORESTAIS, 2., Atibaia, 1989. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 41.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. Cap. 5, p. 95-108.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CHEN, K. et al. Osmopriming of spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) seeds and germination performance under temperature and water stress. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 38, p. 36-48, 2010.

CURTI, A. R. **Contribuições para a micropropagação de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert**. 2011. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

DANTAS, B. F. et al. Superação da dormência de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.) com cianeto de potássio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 239-244, 2000.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de Matas Ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. (Série registros, 4).

DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafistula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, mar./jun. 2012.

FAROOQ, M. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 29, n. 1, p. 185-212, Mar. 2009.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. Germinação de sementes beneficiadas e não beneficiadas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. em laboratório e viveiro sob tratamentos pré-germinativos. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16A, n. 2, p. 908-916, 1982.

FRETT, J. J.; PILL, W. G.; MORNEAU, D. C. A comparasion of primng agents for tomato and asparagus seeds. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1158-1159, Sept. 1991.

GUERRA, M. P. et al. Comportamento da canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng), Taub) em viveiro, submetida a diferentes métodos de quebra de dormência. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 5, p. 1-18, 1982.

HARRINGTON, J. Drying, storage and packaging: present status and future needs. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1971, Mississippi State. **Proceedings...** Mississippi State: [s.n], 1971. p.133-139.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity: In: KOZLOWISKI, T. T. **Seed biology**: volume 3. New York: Academic Press,1972. p.145-245.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de plantas, principios y praticas**. México: Compãnia Editorial Continental, 1975.

JELLER, H. **Pré-condicionamento em sementes de Cassia excelsa Schrad.** 2002. 81 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

KHAN, A. A.; PECK, N. H.; SAMIMY, C. Seed osmoconditionmg, physiological and biochemical changes. **Israel Journal of Botany**, Jerusalém, v. 29, n. 1-4, p. 133-44, 1981.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972.

LOPES, J. C. et al. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpineia férrea* Mart. ex Tul. var. *Leiostachya Benth.*, *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 80-86, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: volume 2.2. ed. Nova Odessa: Plantarum,2002.

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

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

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

MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M.; OLIVEIRA, A. P. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 5-8, 1992.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1059-1067, nov./dez. 2008.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon, 1989.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Washington, v. 51, n. 5, p. 914-916, May 1973.

MURDOCH, A. J.; ELLIS, R. H. Dormancy, viability and longevity. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 183-214.

NASCIMENTO, I. L. et al. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 35-45, jan./fev. 2009.

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

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. de. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert–Fabaceae. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 545-551, jul./set.2008.

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.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Temperature limits and thermal stress on seed germination of *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 134-142, 1998.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. et al. **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR, 2007.

PIROLI, E. L. et al. 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, set. 2005.

POSSE, S. C. P. et al. Efeitos do condicionamento osmótico e da hidratação na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) submetidas a baixas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123-127, 2002.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Sellowia: Itajaí, 1978.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de Chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 1-6, jan./fev. 2004.

SCALON, S. P. Q. et al. Armazenamento e tratamento pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 179-185, mar./abr. 2006.

SENEME, A. M. et al. Germinação, qualidade sanitária e armazenamento de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 1-6, jan./feb. 2012.

SMIRNOFF, N. Metabolic flexibility in relation to the environment. In: SMIRNOFF, N. (Ed.). **Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation**. Oxford: Bios Scientific Publishres, 1995. p. 1-13.

SOMERS, D. A.; ULLRICH, S. E.; RAMSAY, M. F. Sunflower germination under simulated drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 3, p. 570-572, May 1983.

TRIGO, M. F. O. O. et al. Osmocondicionamento de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) com soluções aeradas de polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 145-150, 1999.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potenciais osmóticos em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11-12, p. 1957-1968, nov./dez. 1991.

WANLI, Z.; LEIHONG, L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Pré condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 146-153, 2001.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 53, p. 247-273, 2002.