

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CLÁUDIA KELLY PIRES DE MATTOS SORANA

GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CHIA
(Salvia hispanica)

CHAPADÃO DO SUL – MS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CLÁUDIA KELLY PIRES DE MATTOS SORANA

GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CHIA
(Salvia hispanica)

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Charline Zaratini Alves

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2017



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Cláudia Kely Pires de Mattos Sorana

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Charline Zaratin Alves

TÍTULO: GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CHIA
(Salvia hispanica)

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Charline Zaratin Alves

Prof.(a) Dr.(a) Ana Carina da Silva Candido

Prof.(a) Dr.(a) Josue Bispo da Silva

Chapadão do Sul, 22 de Fevereiro de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais que sempre me incentivaram a continuar meus estudos, ao meu esposo e filho que acreditaram na minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Chapadão do Sul;
Ao programa de pós-graduação em agronomia (Produção Vegetal);

À minha professora e orientadora Charline Zaratin Alves, por toda ajuda com muita seriedade e dedicação, explicações, paciência, amizade e apoio com respeito e ética profissional em tudo que realizei;

Aos meus professores, por todo convívio, incentivo, amizade e conhecimento adquirido;

À Técnica do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Professora Ana Carina Cândido por toda dedicação, auxílio e palavras de incentivo com muito profissionalismo e humildade;

Aos meus colegas do Laboratório de Tecnologia de Sementes Carlos Henrique Queiroz Rego e Fernanda Brito Cardoso pela amizade e auxílio na realização dos testes;

Aos meus amigos Cátia Simon e Sulene Silva pelo convívio diário, amizade e apoio;

Ao meu esposo e filho, pela paciência e companheirismo em todas as etapas de desenvolvimento desse trabalho;

A todos que contribuíram de maneira direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

EPÍGRAFE

*"JAMAIS CONSIDERE SEUS ESTUDOS COMO UMA OBRIGAÇÃO, MAS COMO
UMA OPORTUNIDADE INVEJÁVEL PARA APRENDER A CONHECER A
INFLUÊNCIA LIBERTADORA DA BELEZA DO REINO DO ESPÍRITO, PARA O
SEU PRÓPRIO PRAZER PESSOAL E PARA PROVEITO DA COMUNIDADE A
QUAL O SEU FUTURO TRABALHO PERTENCER."*

Albert Einstein

RESUMO

MATTOS, Cláudia Pires. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Qualidade Fisiológica de Sementes de chia.

Professor Orientador: Charline Zaratin Alves.

Salvia hispânica (chia), é uma planta herbácea, muito conhecida por suas sementes, as quais contém antioxidantes, fibras dietéticas e ácido α -linolênico, auxiliando na prevenção de várias doenças. Atualmente vem despertando o interesse de produtores, por ser alternativa de cultivo na safrinha, além da expectativa de ganhos elevados com a cultura. A avaliação da qualidade das sementes é um item indispensável ao sucesso de qualquer cultivo, e no caso da chia, essas informações são escassas. Além disso, geralmente, as sementes não são utilizadas imediatamente após a colheita, devendo ser armazenadas para utilização futura, necessitando manter sua viabilidade durante o armazenamento e minimizando a velocidade de deterioração. Sendo assim, foram montados dois experimentos com os objetivos de avaliar os efeitos da luz, temperatura e substrato no potencial fisiológico de sementes de chia, visando a determinação de procedimentos adequados para condução do teste de germinação e avaliar se as embalagens e condições de ambiente interferem na qualidade fisiológica das sementes de chia armazenadas por 12 meses. Para o primeiro experimento o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro substratos: sobre papel, rolo de papel, sobre areia e entre areia; cinco temperaturas: 15, 20, 25, 30 e 35°C e duas condições de luminosidade (presença e ausência de luz). As variáveis analisadas foram primeira contagem de germinação; germinação total; índice de velocidade e tempo médio de germinação. Para o segundo experimento o delineamento foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 3x3x4, com quatro repetições, sendo três embalagens (vidro, plástico e papel); três ambientes de armazenamento (geladeira, condições ambientes e câmara seca) e quatro épocas de armazenamento (zero, quatro, oito e 12 meses). Após cada período de armazenamento, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, emergência e condutividade elétrica. Concluiu-se que as sementes de chia são consideradas fotoblásticas neutras e o teste de germinação deve ser conduzido no substrato sobre papel a 25°C, com contagem

inicial e final aos quatro e sete dias, respectivamente e que o armazenamento de sementes de chia pode ser feito em geladeira ou câmara seca, em embalagens de plástico, vidro ou papel, pelo período de 12 meses, sem prejuízo à sua qualidade fisiológica.

PALAVRAS-CHAVE: *Salvia hispanica*. Qualidade fisiológica. Armazenadas.

ABSTRACT

MATTOS, Cláudia Kely Pires. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Qualidade fisiológica de sementes de chia.

Author: Cláudia Kely Pires de Mattos.

Adviser: Charline Zaratin Alves.

Salvia hispanica (chia) is an herbaceous plant, well known for its seeds, which contains antioxidants, dietary fibers and α -linolenic acid, helping to prevent various diseases. Nowadays it has aroused the interest of producers, because it is an alternative of cultivation in the second crop, besides the expectation of high gains with the crop. The evaluation of the quality of the seeds is an indispensable item for the success of any crop, and in the case of chia, this information is scarce. In addition, seeds are generally not used immediately after harvesting and should be stored for future use, necessitating maintaining their viability during storage and minimizing the rate of deterioration. Thus, two experiments were carried out with the objective of evaluating the effects of light, temperature and substrate on the physiological potential of chia seeds, aiming to determine the appropriate procedures for conducting the germination test and to evaluate if the packaging and environmental conditions interfere in the physiological quality of chia seeds stored for 12 months. For the first experiment the design was completely randomized in a 4x5x2 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of four substrates: on paper, paper roll, on sand and between sand; Five temperatures: 15, 20, 25, 30 and 35 ° C and two lighting conditions (presence and absence of light). The analyzed variables were first germination count; Total germination; Velocity index and mean germination time. For the second experiment the design was

completely randomized in a 3x3x4 factorial scheme, with four replicates, three of which were (glass, plastic and paper); Three storage environments (refrigerator, ambient conditions and dry chamber) and four storage times (zero, four, eight and 12 months). After each storage period, the seeds were submitted to germination, emergency and electrical conductivity tests. It is concluded that chia seeds are considered neutral photoblasts and the germination test should be conducted on the substrate on paper at 25° C, with initial and final counts at four and seven days, respectively, and that storage of chia seeds may be Made in a refrigerator or dry chamber, in plastic, glass or paper packages, for a period of 12 months, without prejudice to their physiological quality.

KEY-WORDS: *Salvia hispanica*. Germination. Storage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	PÁGINA
1 Germinação de sementes de chia na presença de luz, nos substratos sobre papel (A), rolo de papel (B), sobre areia (C) e entre areia (D) em função de diferentes temperaturas.....	27
 FIGURA	 PÁGINA
2 Germinação de sementes de chia na ausência de luz, nos substratos sobre papel (A), rolo de papel (B), sobre areia (C) e entre areia (D) em função de diferentes temperaturas.....	28
 FIGURA	 PÁGINA
3 Porcentagem de germinação de sementes de chia em geladeira (A), ambiente não controlado (B) e Câmara Seca (C)	38
 FIGURA	 PÁGINA
4 Emergência de plântulas de chia em geladeira (A), ambiente não controlado (B) e Câmara Seca (C)	40
 FIGURA	 PÁGINA
5 Condutividade elétrica de sementes de chia (em geladeira (A), ambiente não controlado (B) e Câmara Seca (C)	41

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
1	Primeira contagem de germinação (%) e germinação total (%) de sementes de chia (<i>Salvia hispanica</i>) em função de diferentes substratos, temperaturas e condições de luminosidade.....	23
2	Índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (dias) de sementes de chia (<i>Salvia hispanica</i>) em função de diferentes substratos, temperaturas e condições de luminosidade.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Conhecimentos gerais sobre a cultura de chia.....	3
2.2 Aspectos gerais sobre germinação de sementes.....	5
2.3 Armazenamento de sementes com diferentes embalagens e temperaturas	7
3. REFERÊNCIAS.....	10
CAPÍTULO 1 – Temperatura, luz e substrato na germinação de sementes de chia.	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÃO.....	30
5. REFERÊNCIAS.....	30
CAPÍTULO 2 – Armazenamento de sementes de chia em diferentes condições de ambientes e embalagens .	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT	34
1.INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4. CONCLUSÃO.....	43
5. REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Salvia hispanica, popularmente conhecida como chia, é uma planta herbácea da família das Lamiáceas (assim como a linho e a sálvia), originária da região que se estende do centro-oeste do México até o norte da Guatemala. No período Pré-Colombiano era um dos principais alimentos básicos utilizados pelas civilizações que habitavam a América Central, ficando atrás apenas do milho e do feijão, mas com maior destaque que outras culturas como o amaranto (AYERZA; COATES, 2004).

Mais conhecida por suas sementes, a qual é comercializada integralmente, moída ou em forma de óleo, a chia também possui folhas que podem ser aproveitadas para infusões. Independente da forma de utilização, são tidas como ricas fontes de minerais, aminoácidos essenciais e ômega 3 (BUENO et al., 2010; DAL'MASO et al., 2013). As informações a respeito da cultura se concentram em pesquisas relacionadas à composição nutricional das sementes, utilização na alimentação e aos benefícios gerados a saúde humana. Entretanto com o surgimento de novas áreas comerciais cultivadas, se faz necessária a busca por informações que relatam as prioridades da cultura. O primeiro passo é a utilização de sementes com qualidade fisiológica, permitindo rápida emergência e estabelecimento das plantas, aspectos que facilitam o manejo da cultura e proporcionam menores riscos ao capital investido (HOFS et al., 2004).

A qualidade fisiológica das sementes é determinada pela germinação e vigor, estando relacionada com a velocidade de germinação, emergência em campo, longevidade no armazenamento, entre outros (MARCOS FILHO; NOVENBRE, 2009). O vigor é um importante componente nos programas de controle de qualidade, garantindo desempenho satisfatório das sementes, relacionando-se diretamente com o estabelecimento da cultura no campo.

O teste de germinação é um teste padrão conduzido em condições controladas (BRASIL, 2012), e geralmente superestima o potencial fisiológico, tornando necessária a realização de testes de vigor. As sementes em geral, apresentam desempenho variável em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação; assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental (MONDO et al., 2008).

A umidade e temperatura do ambiente de armazenamento são fatores relevantes para a preservação da qualidade fisiológica das sementes, influenciando diretamente na velocidade respiratória e de degradação das mesmas. Nos casos em que o armazenamento ocorre por período prolongado, Carneiro e Aguiar (1993) alertam para as condições nas quais as sementes ficarão armazenadas. Nesta situação, intensificam-se os cuidados e a necessidade de controle da temperatura e umidade em decorrência de eventuais oscilações nas condições de armazenamento.

O sucesso inicial de uma lavoura está condicionado à utilização de sementes de alta qualidade fisiológica. Portanto, este trabalho teve por objetivo estudar os fatores que interferem no teste de germinação e no armazenamento de sementes de chia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conhecimentos gerais sobre a cultura de chia

Durante séculos, as sementes de chia (*Salvia hispânica* L.) eram utilizadas como alimento pelos índios do oeste e do sul do México. Para os astecas, a chia era oferecida aos deuses durante as cerimônias religiosas, um costume que desapareceu aproximadamente 500 anos após a conquista do território pelos espanhóis, que acabaram substituindo a chia pelas suas culturas preferidas, trazidas da Europa (AYERZA; COATES, 2005).

Trata-se de uma planta anual da família Lamiaceae que atinge até 1 m de altura, apresentando folhas opostas, com 4 a 8 cm de comprimento por 3 a 5 cm de largura; suas flores são hermafroditas, de coloração roxo ao branco e surgem em espigas nas pontas dos ramos, dando origem a frutos do tipo aquênio; suas sementes possuem formato oval e diâmetro de aproximadamente 2 mm. A planta se adapta bem em solos de textura média a arenosa e bem drenados e como a maioria das sálvias, tolera bem a acidez do solo, é resistente à seca mas não suporta geadas, e seu cultivo necessita de sol abundante, pois não frutifica à sombra (JIMÉNEZ, 2010). Apesar de tolerar condições de solos ácidos, recomenda-se a correção do solo e o fornecimento de cálcio e magnésio à cultura (MIRANDA, 2012). A presença de óleos essenciais nas folhas atua como repelente aos insetos, o que reduz o uso de produtos químicos na proteção dos cultivos (POZO, 2010).

Em relação à composição química, as sementes são compostas por proteínas (15 a 25%), lipídeos (30 a 33%), fibras altamente dietéticas (18 a 30%), carboidratos (26 a 41%), cinzas (4 a 5%), minerais e vitaminas, resultando em 90 a 93% de matéria seca. Também apresentam quantidade elevada de componentes antioxidantes (IXTAINA et al., 2008) como betacaroteno, tocoferol, ácido clorogênico, ácido caféico e flavonoides (quercetina, miricetina e kaempferol) o que previne a rancificação dos ácidos graxos insaturados presentes nos alimentos (REYES CAUDILLO et al., 2008).

As sementes de chia são pequenas e produzem uma grande quantidade de composto mucilaginoso quando são embebidas em água (WEBER et al., 1991). Diversas espécies das famílias Asteraceae, Lamiaceae, Brassicaceae,

Plantaginaceae e de outras famílias que ocorrem frequentemente em habitats desérticos, apresentam camada externa de mucilagem nas sementes, capaz de fornecer alguns benefícios ecológicos nessas condições extremas (HUANG et al., 2008). Possivelmente a mucilagem atua como uma espécie de filtro, que previne o efeito prejudicial das condições de salinidade durante a germinação (YANG et al., 2010).

Nos últimos anos, essa semente se tornou importante para a alimentação por fornecer benefícios à saúde humana (SANDOVAL-OLIVEROS; PAREDES-LÓPEZ, 2013), como, por exemplo, a redução de doenças cardiovasculares, colesterol, triglicerídeos, obesidade e regulação do intestino, bem como prevenção de doenças como a diabetes do tipo II e de alguns tipos de câncer (VÁZQUEZ OVANDO et al., 2010; IXTAINA et al., 2011; JIN et al., 2012).

Atualmente, se cultiva chia comercialmente na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Perú e Argentina, com destaque para as províncias de Salta, Jujuy, Tucumán e Catamarca (BUSILACCHI et al., 2013). O maior centro produtor do México está localizado no município de Acatic, em Jalisco, local onde se exportam quantidades crescentes de sementes para o Japão, Estados Unidos e Europa (JIMÉNEZ, 2010). No Brasil, as regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul começaram a investir no cultivo de chia nas últimas safras, apresentando bons resultados, apesar da pouca disponibilidade de informação técnica a respeito da planta (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Assim como outras culturas, a produtividade é influenciada pelas condições climáticas e época de semeadura, o que demonstra a importância do ambiente de produção (COATES; AYERZA, 1996). O tratamento de sementes é importante para a proteção contra as pragas de solo, fungos e bactérias; entretanto para a cultura da chia, não foram encontrados produtos registrados para o tratamento de sementes (MAPA, 2017).

A profundidade de semeadura é um dos principais fatores que limitam o estabelecimento da cultura, devido à baixa quantidade de reservas da semente (MIGLIAVACCA et al., 2014), requerendo pequena profundidade de semeadura, suficiente apenas para deixar a semente recoberta pelo solo (ROJAS, 2013).

A colheita pode ser feita manualmente ou por meio da adaptação das colhedoras convencionais, devido ao tamanho reduzido da semente. As

modificações estão relacionadas à altura da plataforma, para que não ocorra o rompimento das inflorescências, e a redução da malha das peneiras, o que evita perdas (COATES; AYERZA, 1998). O ponto adequado para a realização da colheita é quando a planta apresenta 80% das folhas com coloração escura, secas ou mortas (MIRANDA, 2012).

No Brasil, a planta pode chegar até dois metros de altura se for semeada nos meses de outubro e novembro, onde encontra condições favoráveis ao desenvolvimento, atingindo produtividades de 800 kg ha⁻¹. O plantio da chia também pode ser feito nos meses de março e abril, como safrinha, sendo conduzida até o final de agosto; nessa época a produção de grãos tende a ser menor, entre 200 a 300 kg ha⁻¹ (MIGLIAVACCA et al., 2014).

2.2 Aspectos gerais sobre germinação de sementes

Para se determinar a qualidade das sementes, um dos meios utilizados é o teste de germinação, que é realizado sob condições de temperatura e substratos ideais para cada espécie (PASSOS et al., 2008). O processo de germinação de acordo com o conceito da botânica inicia-se com a absorção de água pela semente e termina com o início do alongamento de eixo embrionário, podendo ser identificado pela protrusão da radícula do embrião (BEWLEY; BLACK, 1982).

Já de acordo com o conceito da fitotecnia são consideradas germinadas as plântulas normais, ou seja, aquelas que possuem todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias, que vão dar origem à planta adulta normal (BRASIL, 2009). A temperatura, juntamente com a umidade do substrato e a luz, são os principais fatores que influenciam nesse processo (MAYER, 1986).

2.2.1 Influência da temperatura na germinação de sementes

Na germinação ocorre uma série de atividades metabólicas, baseadas em reações químicas e cada uma delas apresenta determinadas exigências quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos

complexos, cuja eficiência é diretamente relacionada à temperatura e à disponibilidade de oxigênio; esta última característica dependente do substrato e do umedecimento (MARCOS FILHO, 2015); portanto, a temperatura afeta a velocidade de germinação.

As sementes de diferentes espécies apresentam faixas distintas de temperatura para germinação, as quais caracterizam sua distribuição geográfica (RAMOS; VARELA, 2003) e são, também, indícios valiosos nos estudos ecofisiológicos e de sucessão vegetal (FIGLIOLIA et al., 1993).

Existe consenso entre os pesquisadores que a temperatura para a germinação não apresenta um valor específico, mas pode ser expressa em termos das temperaturas cardeais, isto é, mínima, máxima e ótima. Existem, ainda, espécies cujo processo germinativo é favorecido por temperaturas constantes (VARELA et al., 1999; SOUSA et al., 2000), por alternância de temperaturas (GOMES; BRUNO, 1992; SANTOS; AGUIAR, 2000) e por intervalos amplos de temperatura (NASSIF; PEREZ, 2000; SILVA et al., 2002).

Em geral a temperatura é chamada de ótima quando ocorre o máximo de germinação, no menor tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo, respectivamente, pode ocorrer a morte das sementes (POPINIGIS, 1985; MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; CARVALHO; NAKAGAWA 2012; MARCOS FILHO, 2015). Portanto, a temperatura tem grande influência no processo germinativo, não só com relação à velocidade do mesmo, mas também na porcentagem de germinação das sementes.

A maioria das sementes de espécies tropicais apresenta germinação adequada na faixa de 20 a 30 °C (BORGES; RENA, 1993), podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul, valores superiores de velocidade de germinação ocorreram em temperaturas mais elevadas (35 °C) em todos os substratos utilizados (papel, areia, vermiculita e Plantmax®) (LIMA et al., 2006). Silva e Aguiar (2004) constataram que, para essa mesma variável, o melhor substrato foi o papel filtro combinado com a temperatura alternada de 20-30 °C para sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax e K. Hoffman.

2.2.2 Influência do substrato na germinação de sementes

O substrato é outro fator que influencia diretamente na germinação, pois em função de sua capacidade de retenção de água, estrutura e aeração, afeta o fornecimento de água e oxigênio para as sementes e oferece suporte físico para o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993). Antes de 2009 eram indicados para o teste de germinação quatro tipos de substratos: papel, pano, areia e solo (BRASIL, 1992). A partir da publicação de nova edição das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2012), os substratos recomendados são apenas papel e areia. A escolha do substrato é efetuada em função da facilidade e eficiência do uso do mesmo e da espécie a ser analisada, considerando algumas de suas características, tais como o tamanho das sementes, a necessidade de água e luz, a facilidade da contagem e a avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1977); o mesmo deve ser de fácil disponibilidade para aquisição e transporte, isento de patógenos e plantas daninhas, apresentar pH adequado, boa textura e estrutura (SILVA et al., 2001).

2.2.3 Influência da luz na germinação de sementes

A sensibilidade das sementes à luz é bastante variável de acordo com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada positiva ou negativamente pela luz e sementes indiferentes a esse fator, denominadas fotoblásticas positivas, negativas e neutras, respectivamente (GUEDES; ALVES, 2011; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Vários estudos têm demonstrado que a luz e a temperatura interferem na germinação da semente de diferentes espécies como *Calendula officinalis* (KOEENDER et al., 2009), *Blepharocalyx salicifolius* (REGO et al., 2009), *Piper* sp. (BERGO et al., 2010, PACHECO JUNIOR et al., 2013), *Stevia rebaudiana*, *Salvia sclarea* e *Tagetes minuta* (KUMAR; SHARMA, 2012), *Ipomea grandifolia* (ORZARI et al., 2013), *Digitaria insularis* (MENDONÇA et al., 2014), *Murdannia nudiflora* (LUZ et al., 2014).

2.3 Armazenamento de sementes

O processo de deterioração é a soma de todas as alterações físicas, fisiológicas, químicas e bioquímicas que ocorrem nas sementes, conduzindo-as à perda total de viabilidade (FOWLER, 2000). A deterioração não pode ser evitada, mas pode ser controlada, por meio do armazenamento adequado, que está entre as estratégias de conservação *ex situ* mais utilizadas, por preservar as características genéticas das sementes até que sejam semeadas (NODARI et al., 1998). O armazenamento é prática fundamental para o controle da qualidade fisiológica da semente, sendo um método pelo qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor por um período maior (AZEVEDO et al., 2003).

2.3.1 Influência do tipo de embalagem e ambiente no armazenamento de sementes

A deterioração das sementes está associada às características dos recipientes que as contêm, dependendo da maior ou menor facilidade para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera e das condições do ambiente em que as mesmas permanecem armazenadas (MARCOS FILHO, 2015). Desse modo, as embalagens utilizadas no armazenamento devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, com intuito de diminuir a respiração (TONIN; PEREZ, 2006).

Ainda, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a umidade relativa influencia diretamente na respiração das sementes, sendo esse o fator mais importante que afeta o potencial de armazenamento. De acordo com Vilella e Peres (2004), as embalagens podem ser classificadas em função da permeabilidade ao vapor d'água, em permeáveis (papel, algodão, juta e polipropileno trançado), semipermeáveis (papel aluminizado, plastificado e com película de asfalto) e impermeáveis (sacos de polietileno espesso, de média e alta densidades, envelopes de alumínio, embalagens metálicas de alumínio e folhas de flandres com sistema de recravação e recipientes de vidro com graxeta de vedação na tampa).

Na escolha da embalagem a ser utilizada no armazenamento, deve-se levar em consideração uma série de fatores. Carvalho e Nakagawa (2012) fazem uma

abordagem no sentido de que, embora possa parecer fácil num primeiro momento, a decisão sobre a embalagem que acondicionará as sementes dependerá das condições do ambiente de armazenamento, comportamento das sementes no armazenamento, modalidade de comercialização, características mecânicas das embalagens e a sua disponibilidade.

A temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar, durante o período de armazenamento, influenciam a velocidade dos processos bioquímicos (DELOUCHE et al., 1973). Nesse sentido, a qualidade fisiológica das sementes *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. (branquilho) foi pouco alterada quando armazenada em câmara fria em embalagens de plástico e de vidro, por período de 18 meses; porém, em condição de bancada de laboratório, pode-se armazenar as sementes por período de apenas cinco meses e meio, acondicionando as sementes em embalagens de pano, de plástico ou de vidro (SANTOS, 2004). Matos (2008) observou que em sementes de pau-de-jangada armazenadas em freezer, a germinação decresceu ao longo do período de armazenamento, independente da embalagem.

Alguns trabalhos têm mostrado que sementes acondicionadas em embalagem impermeável podem ser armazenadas em ambiente não controlado (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). Para o armazenamento em longo prazo, os bancos convencionais de germoplasma têm utilizado freezer na temperatura de -18 a -20 °C contudo mesmo nessas temperaturas, o metabolismo das sementes ainda não é completamente interrompido.

Sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. quando armazenadas sob condições normais de ambiente (22 ± 7 °C) perderam a viabilidade em menos de três meses; no entanto, sob baixa temperatura (câmara fria a 7 ± 1 °C) foi possível manter a viabilidade das mesmas por até 18 meses, com germinação superior a 80% (BARBEDO et al., 2002). Sementes de cumaru (*Amburana cearensis* A.C. Smith) foram conservadas, com eficiência, nas embalagens saco de papel, saco de tecido de algodão e papel alumínio, nos ambientes de laboratório (± 25 °C e 74,5% UR) e refrigerador doméstico (6 ± 2 °C e $38\% \pm 3$ UR) por 90 dias e na embalagem de alumínio e ambiente de laboratório por 180 dias (GUEDES et al., 2010).

O ambiente de laboratório, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, não foi eficiente para conservar a qualidade fisiológica das sementes de *Acacia*

polyphylla DC; no entanto, a qualidade fisiológica foi mantida por dois anos, quando as sementes foram acondicionadas em embalagem impermeável e em câmara fria (ARAÚJO NETO et al., 2005). Kissman et al. (2009), avaliando diferentes condições de armazenamento para *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart., concluíram que as sementes desta espécie podem ser armazenadas por 90 dias em câmara fria, apresentando germinação superior a 50%.

4 REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, J. C. et al. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.1, p.115-124, 2005.

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Nova Jérsei, v.44, n. 3, p. 131-135, 2004.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia**: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. University of Arizona Press, 2005. 34p.

AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p. 519-524, 2003.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO, R. R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BERGO, C.L. et al. Luz e temperatura na germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n 3, p. 170-176, 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**: viability, dormancy and environmental control. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃO-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, Cap.3, p.83-135, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. 395 p.

BUSILACCHI, H. et al. Evaluacion de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, San José de las Lajas, v.34, n. 4, p. 55–59, 2013.

BUENO, M. et al. In vitro response of different *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) explants. **Molecular Medicinal Chemistry**, v.21 p. 125-126, 2010.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 333-350, 1993.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 590p, 2012.

COATES, W.; AYERZA, R. Production potential of chia in northwestern Argentina. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.5, n. 3, p. 229–233, 1996.

COATES, W.; AYERZA, R. Commercial Production of Chia in Northwestern Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.75, n. 10, p. 1417-1420, 1998.

DALMASO, E. G. D. et al. Salinidade na germinação e desenvolvimento inicial de sementes de chia. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.6, n. 3, p. 26-39, 2013.

DELOUCHE, J. C.; MATTHES, R. K.; DOUGHERTY, G. M.; BODY, A. H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, pag. 671-700, 1973.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coords.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília, Embrapa, 2000. 351p.

GOMES, S. M. S.; BRUNO, R. L. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n. 1, p. 47-50, 1992.

GUEDES, R. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 2, p.331-342, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v.17, n. 4, p. 525-531, 2011.

HOFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n. 2, p. 54-62, 2004.

HUANG, Z. et al. Possible role of pectin-containing mucilage and dew in repairing embryo DNA of seeds adapted to desert conditions. **Annals of Botany**, Oxford, v.101, n. 2, p. 277–283, 2008.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v.28, n. 3, p. 286-293, 2008.

IXTAINA, V. Y. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.24, n. 2, p.166- 174, 2011.

JIMÉNEZ, F. E. G. Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar. 2010. 101p. Tesis (**Mestrado em Ciências em Alimentos**) Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México, 2010.

JIN, F. et al. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. **Plant Foods for Human Nutrition**, Kannapolis, v.67, p.105-110, 2012.

KISSMANN, C. et al. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hassleri*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.104-115. 2009.

KOEFENDER, J. et al. Influência da temperatura e da luz na germinação da semente de calêndula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p. 207-210, 2009.

KUMAR, R.; SHARMA, S. Effect of light and temperature on seed germination of important medicinal and aromatic plants in north western *Himalaya*. **International Journal of Medicinal and Aromatic Plants**, Boriavi, v.2, n. 3, p. 468- 475, 2012.

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

LUZ, F. N. et al. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*. **Comunicata Scientiae**, PiauÍ, v. 5, n. 1, p. 26-33, 2014.

MAYER, A. M. How do seed their environmental some biochemical aspects of the sensing of water potencial, light and temperature. **Israel Journal of Botany**, v.35, p. 3-16, 1986.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**, New York: Pergamon Press, 1989. 270p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**, Piracicaba: FEALQ, 495 p, 2015.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. da L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. N. **Tecnologia de sementes de hortaliças**, Brasília, EMBRAPA, p. 185-246, 2009.

MATOS, V. P. et al. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.617-625, 2008.

MENDONÇA, G. S. et al. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* L. (Fedde). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n. 4, p. 823-832, 2014.

MIGLIAVACCA, R. A. et al. Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 14, Bonito. Anais. Brasília: Embrapa, 118p. 2014.

MIRANDA, F. Guia Técnica para el Manejo del Cultivo de Chia (*Salvia hispanica*) en Nicaragua. Sébaco: Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Exportación e Importación Del Norte (Cecoopsemein RL.), 2012.

MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae) **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n. 2, p. 177-183, 2008.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 1-6, 2000.

NODARI, R. O. et al. Conservação de frutos e sementes de palmito (*Euterpe edulis* Matius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.1, p.1-10, 1998.

ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n. 1, p. 53-61, 2013.

PACHECO JUNIOR, F. et al. Germination and vigor of long-pepper seeds (*Piper hispidinervum*) as a function of temperature and light. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n. 2, p. 325-333, 2013.

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

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura; Agiplan, 289 p, 1985.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289 p, 1977.

POZO; S. A. Alternativas para el control químico de malezas anuales en el cultivo de la Chía (*Salvia hispánica*) en la Granja Ecaa, provincia de Imbabura. 2010. 113p. Tesis (Ingeniera Agropecuaria) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2010.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, Londrina, n. 39, p. 123-133, 2003.

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

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, Barking, v.107, n. 2, p. 656–663, 2008.

ROJAS, D. B. E. V. Efecto de la aplicación de herbicidas sobre el rendimiento en Chía (*Salvia hispanica* L.) en al región metropolitana. 2013. 39p. Memoria (Ingeniera Agrónoma) - Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, 2013.

SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPES, O. Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). **Journal of Agricultural and Food, Chemistry**, v.61, p. 193-201, 2013.

SANTOS, S. R. G. dos; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SANTOS, S. R. G. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. Tese (Doutorado em Agronomia

– Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de muda de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.377- 381, 2001.

SILVA, L. M. de M.; RODRIGUES, T. de J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n. 6, p. 691-697, 2002.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffman (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.1, p.9-14, 2004.

SOUSA, M. O. et al. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* Linn.) Gaerth.- Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 110-119, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. 954p.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.2, p. 26-33, 2006.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K.; CARNEIRO, N. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. BOMBACACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n. 2, p. 170-174, 1999.

VÁZQUEZ-OVANDO, J. A. et al. Dry processing of chia (*Salvia hispanica* L.) flour: chemical characterization of fiber and protein. **Journal of Food**, Chicago, v.8, p. 117-127, 2010.

VILLELA, F. A; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, p. 265-281, 2004.

WEBER, C. W. et al. The nutritional and chemical evaluation of Chia seeds. **Ecology of Food and Nutrition**, New York, v.26, n. 2, p. 119-125, 1991.

YANG, X.; DONG, M.; HUANG, Z. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. **Plant physiology and biochemistry** : PPB / Société française de physiologie végétale, Paris, v.48, n. 2-3, p. 131-135, 2010.

CAPÍTULO 1 - TEMPERATURA, LUZ E SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CHIA

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da luz, temperatura e substrato no potencial fisiológico de sementes de chia, visando a determinação de procedimentos adequados para condução do teste de germinação. O delineamento experimental foi num esquema fatorial inteiramente casualizado (4x5x2), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro substratos (sobre papel, rolo de papel, sobre areia e entre areia), cinco temperaturas (15, 20, 25, 30 e 35°C) e duas condições de luminosidade (presença e ausência de luz). As variáveis analisadas foram primeira contagem de germinação, germinação total, índice de velocidade e tempo médio de germinação. As sementes de chia são consideradas fotoblásticas neutras. O teste de germinação deve ser conduzido no substrato sobre papel a 25 °C, com contagem inicial e final aos quatro e sete dias, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial germinativo, *Salvia hispanica*, Fotoblastismo.

CHAPTER 1 – TEMPERATURE, LIGHT AND SUBSTRATE ON GERMINATION OF CHIA SEEDS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of light, temperature and substrate on the physiological potential of chia seeds, aiming the determination of adequate procedures for conducting the germination test. The experimental design was a completely randomized design (4x5x2), with four replications. The treatments consisted of four substrates (on paper, paper roll, sand and sand), five temperatures (15, 20, 25, 30 and 35 ° C) and two light conditions (presence and absence of light). The variables analyzed were first germination count, total germination, speed index

and mean germination time. Chia seeds are considered neutral photoblasts. The germination test should be conducted on the substrate on paper at 25 ° C, with initial and final counts at four and seven days, respectively.

KEY WORDS: Potential germinative, *Salvia hispanica*, Photoblastism.

1 INTRODUÇÃO

A chia (*Salvia hispanica* L.), uma planta herbácea da família das Lamiáceas que é originária de regiões que se estendem do centro-oeste do México até o norte da Guatemala (AYERZA; COATES, 2004), nos últimos anos tornou-se importante na alimentação, por proporcionar benefícios à saúde humana (SANDOVAL-OLIVEROS; PAREDES-LÓPEZ, 2013), como, por exemplo, a redução de doenças cardiovasculares, colesterol, triglicerídeos, obesidade e regulação do intestino, bem como prevenção de doenças como a diabetes do tipo II e de alguns tipos de câncer (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2010; IXTAINA et al., 2011; JIN et al., 2012).

Com o surgimento de novas áreas comerciais de cultivo, se faz necessária a busca por informações que relatem as prioridades da cultura, como por exemplo, a utilização de sementes de alta qualidade, a fim de permitir rápida emergência, estabelecimento das plantas e facilitando o manejo da cultura (HOFS et al., 2004).

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, predizendo o potencial de germinação de um lote em condições favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) e, para isso, esse teste deve seguir um procedimento padrão, recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), publicação oficial que normatiza a análise de sementes, para que a germinação ocorra nas condições ótimas de cada espécie.

Esse processo pode ser afetado por fatores internos ou externos (LUZ et al., 2014). A sensibilidade das sementes à luz é variável de acordo com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada positiva ou negativamente pela luz e as que são indiferentes a esse fator, denominadas fotoblásticas positivas, negativas e neutras, respectivamente (GUEDES; ALVES, 2011; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Além disso, as sementes apresentam desempenho variável em função da temperatura e substrato utilizados, que são componentes básicos do teste de germinação, influenciando tanto na porcentagem quanto na velocidade germinativa, interferindo na absorção da água, infestação de patógenos e nas reações bioquímicas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Sendo assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental (MONDO et al., 2008).

As informações a respeito da cultura são escassas e a literatura se concentra em pesquisas relacionadas à composição nutricional das sementes, utilização na alimentação e aos benefícios gerados à saúde humana. Porém, apesar da falta de informação técnica, aumentam os registros das áreas que cultivam chia, o que representa um futuro promissor para essa cultura.

Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da luz, temperatura e substrato no potencial fisiológico de sementes de chia, visando a determinação de procedimentos adequados para condução do teste de germinação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado utilizando sementes de chia adquiridas com produtores da região de Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num esquema fatorial triplo 4x5x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro substratos: sobre papel, rolo de papel, sobre areia e entre areia; cinco temperaturas constantes: 15, 20, 25, 30 e 35 °C e duas condições de luminosidade (presença e ausência de luz – dentro da B.O.D.).

Para o substrato rolo de papel, foram distribuídas quatro repetições de 50 sementes sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, que foram cobertos com uma terceira folha do mesmo papel. Logo após foram confeccionados rolos que permaneceram acondicionados dentro de sacos plásticos para evitar desidratação, e mantidos em germinador nas condições acima descritas.

Para o substrato sobre papel, quatro repetições de 50 sementes foram colocadas em caixas plásticas do tipo gerbox com uma folha de papel também gerbox, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa

do papel não hidratado. A germinação sobre e entre areia foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes, em caixas plásticas do tipo gerbox, sendo utilizados 200 g de areia, que foi peneirada, lavada, esterilizada em autoclave e posteriormente umedecida com 40 mL de água destilada, levando em consideração 60% da capacidade de retenção de água (BRASIL, 2009). Para o substrato entre areia as sementes foram colocadas na profundidade de 5 mm.

Todos os tratamentos foram acondicionados em germinador do tipo B.O.D. ("Biological Organism Development") regulado nas temperaturas acima descritas, com luz contínua, condição obtida pela utilização de quatro lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia 20 W, com densidade de fluxo radiante na altura das caixas de $15 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (KOEENDER et al., 2009) e na ausência de luz. As contagens foram realizadas diariamente até o décimo dia.

O efeito dos tratamentos sobre as sementes foram avaliados pelos testes de germinação e vigor (primeira contagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação). A primeira contagem de germinação (PCG) foi realizada no quarto dia após instalação do teste. Pois segundo Possenti et al. (2016), a germinação de sementes de chia apresentou pouca diferença entre as contagens com sete e 14 dias, atingindo valores elevados já com sete dias.

No teste de germinação (G) as sementes foram contadas diariamente, utilizando o critério de protrusão radicular maior que 2 mm de comprimento e o período de duração do teste foi determinado como sendo o número de dias a partir do qual houve estabilização da germinação. Também foram avaliados o índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com a fórmula proposta por Maguire, (1962), e o tempo médio de germinação (TMG), seguindo a fórmula sugerida por Labouriau (1983).

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre temperatura, substrato e luz foi significativa para todos os parâmetros analisados (Tabela 1 e 2). Em relação à primeira contagem de

germinação (Tabela 1), as temperaturas 15, 20, 25 e 30 °C nos substratos sobre papel, rolo de papel e sobre areia, foram as mais adequadas tanto na ausência quanto na presença de luz. A temperatura de 35 °C foi prejudicial em todos os substratos, na presença e ausência de luz, sendo inferior a 25% no substrato entre areia.

Independente da luminosidade, cabe destacar o efeito negativo do substrato entre areia em todas as temperaturas avaliadas, sendo observado que na ausência da luz a 15 °C nenhuma semente germinou no quarto dia após instalação do teste (Tabela 1). Este fato pode estar relacionado com a dificuldade de manutenção da umidade do substrato areia, devido à textura média, visto que este apresenta desuniformidade de retenção e distribuição de água, drenando-a excessivamente e ficando com a parte superior ressecada (ALVES et al., 2015). De acordo com Figliolia, Oliveira e Pinã-Rodrigues (1993), a capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato oferece à semente podem proporcionar diferentes respostas obtidas para a mesma temperatura, como foi observado neste trabalho.

Tabela 1: Primeira contagem de germinação (%) e germinação (%) de sementes de chia em função de diferentes substratos, temperaturas e condições de luminosidade.

-----Presença de Luz-----					-----Ausência de Luz-----			
Temp. (°C)	Substratos-----							
	SP	RP	SA	EA	SP	RP	SA	EA
-----1ª Contagem de Germinação (%)-----								
15	70 Aa ¹	66 Aa ¹	70 Aa ¹	19 Bb ¹	64 Aa ¹	64 Aa ¹	61 Ab ¹	0 Bc ²
20	77 Aa ¹	73 Aa ¹	68 Aa ¹	52 Ba ¹	71 Aa ¹	68 Aa ¹	75 Aa ¹	53 Ba ¹
25	77 Aa ¹	63 Aa ²	70 Aa ¹	49 Ba ¹	74 Aa ¹	77 Aa ¹	72 Aa ¹	43 Bb ¹
30	72 Aa ¹	62 Aa ²	72 Aa ¹	45 Ba ²	73 Aa ¹	74 Aa ¹	70 Aa ¹	57 Ba ¹
35	58 Ab ¹	51 Ab ¹	55 Ab ¹	23 Bb ¹	67 Aa ¹	50 Bb ¹	63 Ab ¹	9 Cc ²
-----Germinação (%)-----								
15	73 Aa ¹	71 Aa ¹	73 Aa ¹	66 Aa ¹	75 Aa ¹	78 Aa ¹	68 Ab ¹	68 Aa ¹
20	79 Aa ¹	77 Aa ¹	71 Aa ¹	70 Aa ¹	75 Aa ¹	72 Aa ¹	78 Aa ¹	65 Aa ¹

25	81 Aa ¹	71 Ba ¹	72 Ba ¹	64 Ba ¹	77 Aa ¹	80 Aa ¹	76 Aa ¹	65 Ba ¹
30	72 Aa ¹	64 Bb ²	75 Aa ¹	55 Bb ²	73 Aa ¹	75 Aa ¹	72 Aa ¹	66 Aa ¹
35	62 Ab ¹	54 Ab ¹	57 Ab ¹	35 Bc ¹	69 Aa ¹	52 Bb ¹	64 Ab ¹	20 Cb ²

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, minúscula na coluna e mesmo número (luz) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SP – sobre papel, RP - rolo de papel, SA – sobre areia, EA – entre areia.

Na germinação (Tabela 1), verificou-se os melhores resultados nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30 °C nos substratos sobre papel e sobre areia; no rolo de papel as temperaturas inferiores foram 30 e 35 °C. Porém, na presença da luz, o substrato sobre papel a 25 °C diferiu de todos os outros, resultando na maior média observada. Em todos os substratos, a menor germinação foi obtida a 35 °C, comprovando que o uso de altas temperaturas reduz a germinação de sementes de chia (Tabela 1).

Na maioria das espécies a temperatura influencia a velocidade e a porcentagem de germinação, pois altera a velocidade de absorção de água e as reações metabólicas das reservas necessárias para a sobrevivência das plântulas (BASKIN; BASKIN, 1988; BEWLEY; BLACK, 1994). Assim como observado na primeira contagem, o substrato entre areia proporcionou valores inferiores de germinação aos demais substratos.

O máximo potencial germinativo de sementes de chia foi obtido a 25 °C no substrato sobre papel, chegando a 81%, resultados que concordam com diversos pesquisadores, como Possenti et al. (2016) que verificaram essa mesma temperatura como a mais adequada para condução do teste de germinação em sementes de *Salvia hispanica*; e Paiva et al. (2016) afirmaram que o teste de germinação de sementes de chia pode ser conduzido em temperatura constante de 25 °C ou alternada de 25-30 °C.

De modo geral, observou-se que as temperaturas menos adequadas foram de 15 e 35 °C. Esse fato ocorreu provavelmente porque baixas temperaturas retardam as atividades metabólicas, propiciando redução no percentual de germinação e atraso no processo germinativo, enquanto temperaturas altas alteram a permeabilidade das membranas e promovem desnaturação de proteínas necessárias à germinação, (BEWLEY; BLACK, 1994).

É conhecido que as temperaturas mais altas tendem a estimular a germinação, mas, a partir de um determinado valor, o efeito da temperatura se inverte e a germinação decresce, até que a temperatura máxima é atingida, a partir do qual nenhuma semente germina (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As altas temperaturas podem, portanto, ter efeitos prejudiciais sobre a germinação de sementes (OLIVEIRA et al., 2014), como observado neste trabalho.

O fator luminosidade não foi determinante em grande parte dos tratamentos, sendo apenas a luz favorável no entre areia a 35 °C e a ausência da luz favorável no rolo e entre areia a 30 °C para a germinação total (Tabela 1). Observou-se que essa espécie, provavelmente, apresenta a forma de fitocromo *fiA*, que controla a germinação por meio da resposta de fluência muito baixa (TAKAKI, 2005) podendo ser classificada como indiferente à luz ou fotoblástica neutra, uma vez que germina independente do regime de luz (GUEDES; ALVES, 2011; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ORZARI et al., 2013; TAIZ; ZEIGER, 2013), corroborando com os resultados obtidos por Paiva et al. (2016) em sementes de chia, como indiferente ao fator luminosidade, no entanto, verificaram maior crescimento das plântulas e acúmulo de massa seca na presença de luz. Resultados semelhantes foram encontrados por Menezes et al. (2004) para a semente de sálvia (*Salvia splendens* Sellow), onde observaram comportamento semelhante, em que, embora as sementes germinassem melhor na luz vermelha extrema e na ausência de luz, também germinavam nas luzes branca e vermelha.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 2), os maiores valores foram observados nas temperaturas de 25 e 30 °C, nos substratos sobre papel, rolo de papel e sobre areia, tanto na presença como na ausência de luz, entretanto maiores valores foram encontrados no substrato sobre papel. Os menores valores de IVG foram observados na temperatura de 15 °C para os substratos sobre papel, rolo de papel e sobre areia. Esse fato pode ser explicado porque temperaturas muito baixas ou altas podem alterar tanto a velocidade quanto a porcentagem final de germinação, pois temperaturas baixas geralmente reduzem, enquanto as altas aumentam a velocidade de germinação (NASCIMENTO et al., 2011). No substrato entre areia, não houve diferença estatística entre as temperaturas na presença de luz, porém, resultaram em valores inferiores aos demais substratos (Tabela 2).

Tabela 2: Índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (dias) de sementes de chia em função de diferentes substratos, temperaturas e condições de luminosidade.

-----Presença de Luz-----					-----Ausência de Luz-----			
Temp. (°C)	-----Substratos-----							
	SP	RP	SA	EA	SP	RP	SA	EA
-----Índice de Velocidade de Germinação -----								
15	30,3Ac ¹	29,4Ac ¹	28,5Ac ¹	13,6Ba ¹	23,7Ac ¹	24,4Ad ¹	20,5Ad ²	11,3Bb ¹
20	63,8Aa ¹	37,4Cb ¹	45,0Bb ¹	17,5Da ¹	43,3Ab ²	41,2Ac ¹	36,8Ac ²	17,8Ba ¹
25	65,4Aa ¹	49,0Ba ²	58,1Aa ¹	17,3Ca ¹	65,8Aa ¹	61,2Ab ¹	62,5Aa ¹	16,8Ba ¹
30	64,1Aa ¹	45,1Ba ²	62,1Aa ¹	19,4Ca ¹	65,3Aa ¹	69,2Aa ¹	65,5Aa ¹	22,8Ba ¹
35	52,6Ab ²	40,2Bb ¹	45,9Bb ²	10,0Ca ¹	62,8Aa ¹	45,7Cc ¹	55,1Bb ¹	4,4Db ¹
-----Tempo Médio de Germinação (dias)-----								
15	1,95Ab ¹	1,94Ab ¹	2,04Ab ¹	3,30Bc ¹	2,69Ac ²	2,79Ac ²	2,39Ac ¹	4,12Bd ²
20	1,20Aa ¹	1,75Bb ¹	1,40Aa ¹	2,95Cb ²	1,63Ab ²	1,56Ab ¹	1,78Ab ¹	2,52Bc ¹
25	1,33Aa ¹	1,44Aa ¹	1,11Aa ¹	2,62Bb ¹	1,12Aa ¹	1,29Ab ¹	1,27Aa ¹	2,69Bc ¹
30	0,91Aa ¹	1,15Aa ¹	1,18Aa ¹	1,87Ba ¹	0,93Aa ¹	0,94Aa ¹	0,94Aa ¹	2,18Bb ¹
35	0,96Aa ¹	0,98Aa ¹	0,92Aa ¹	1,49Ba ²	0,92Aa ¹	0,79Aa ¹	0,90Aa ¹	1,01Aa ¹

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, minúscula na coluna e mesmo número (luz) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SP – sobre papel, RP - rolo de papel, SA – sobre areia, EA – entre areia.

Independente do regime de luz, o menor tempo médio de germinação (TMG) (Tabela 2) foi obtido nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C, nos substratos sobre papel, rolo de papel e sobre areia. Em todos os tratamentos avaliados, o substrato que resultou nos valores mais altos de TMG foi o entre areia para todas as temperaturas, assim como a temperatura menos adequada foi de 15 °C (Tabela 2). Segundo Carvalho; Nakagawa (2012), a temperatura ótima para a germinação total pode ser diferente da ótima para a velocidade de germinação das sementes, pois em temperaturas mais elevadas, a velocidade de absorção de água e das reações

químicas é maior, o que justifica as sementes germinarem mais lentamente na temperatura mais baixa testada neste trabalho, e com tempo menor nas temperaturas mais altas.

Na presença da luz, (Figura 1) no substrato sobre papel, (Figura 1A) a germinação se iniciou no primeiro dia após a instalação do teste nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. A 15 °C a germinação teve início apenas no terceiro dia, havendo estabilização a partir do oitavo dia. Já a 20 e 25 °C houve estabilização com sete dias, alcançando valores de 79 e 81% de germinação, respectivamente. À 30 °C estabilizou no quarto dia com e a 35 °C com oito dias não ultrapassando 60% de germinação. No substrato rolo de papel (Figura 1B), a germinação teve início no primeiro dia de instalação do teste para todas as temperaturas avaliadas, exceto a 15 °C, o qual iniciou no segundo dia. Nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C houve estabilização no oitavo dia com 71, 70 e 54 % de germinação, respectivamente; já a 20 e 30 °C estabilizou no sétimo dia, atingindo valores de 77 e 64%, respectivamente. No substrato sobre areia (Figura 1C), a germinação iniciou no primeiro dia após instalação do teste para as temperaturas 20, 25, 30 e 35 °C, e no segundo dia a 15 °C. A estabilização ocorreu no sétimo dia para as temperaturas de 15, 25 e 35 °C; no oitavo dia para 30 °C; e no nono dia para 20 °C. O início da germinação foi prejudicado em todas as temperaturas, no substrato entre areia (Figura 1D), iniciando no quarto dia após instalação do teste para 15 °C, estabilizando em nove dias; a 20 e 25 °C iniciou no terceiro dia, porém não houve estabilização até o décimo dia. A 30 e 35 °C a germinação iniciou no segundo dia e se estabilizou no nono.

Presença de Luz

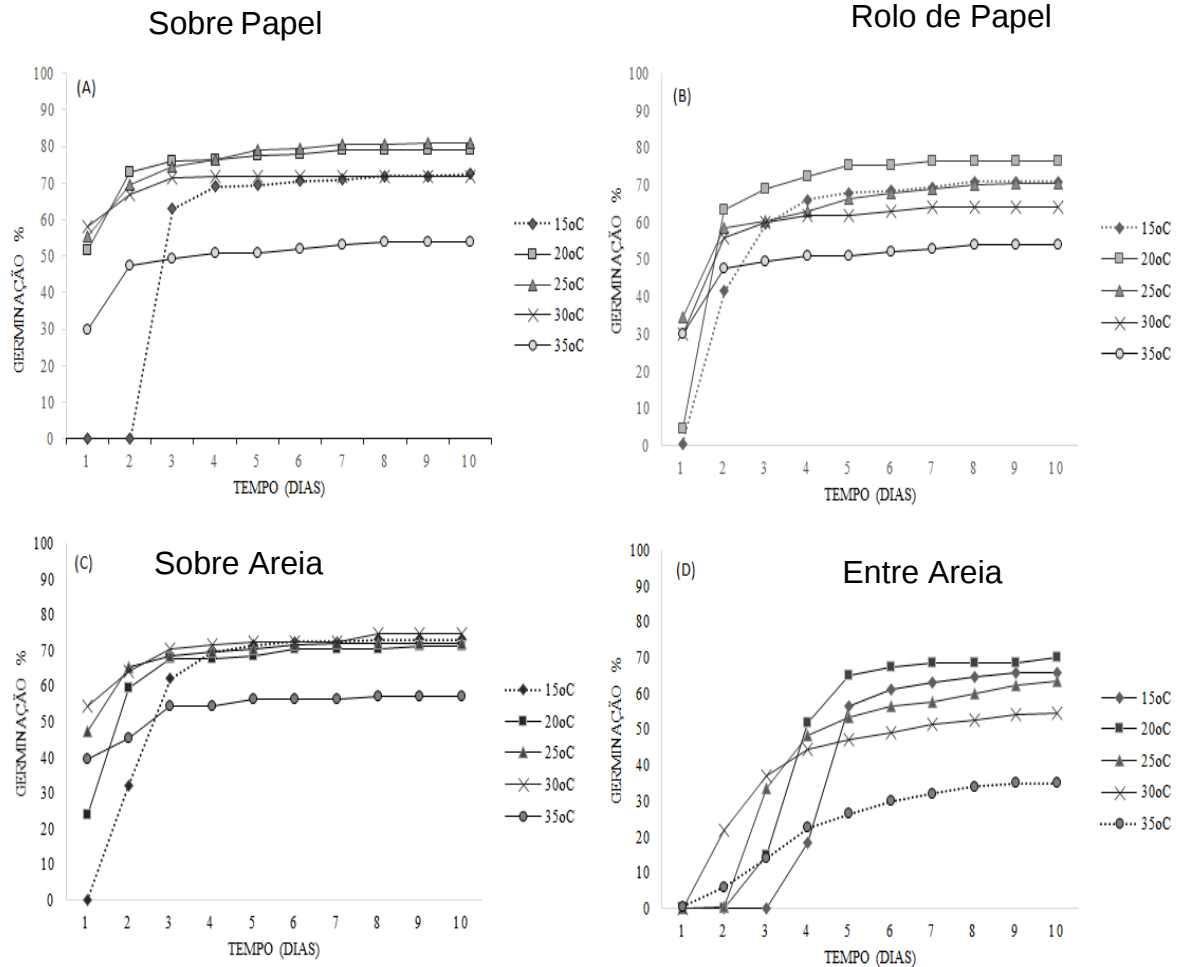


Figura 1: Germinação de sementes de chia na presença de luz, nos substrato sobre papel (A), rolo de papel (B), sobre areia (C) e entre areia (D) em função de diferentes temperaturas.

Na ausência da luz (Figura 2), no substrato sobre papel (Figura 2A), a germinação teve início no primeiro dia após instalação do teste para as temperaturas 20, 25, 30 e 35 °C; e no segundo dia a 15 °C, sendo que nesta temperatura não houve estabilização da germinação até o décimo dia. A 20 e 25 °C, a estabilização ocorreu no oitavo dia, com 75 e 77%, respectivamente. Já a 30 e 35 °C, no sétimo e quinto dia houve estabilização, atingindo valores de 73 e 69% de germinação, respectivamente. No rolo de papel (Figura 2B), a germinação teve início no primeiro dia após instalação do teste para as temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, e no segundo dia a 15 °C, sendo que, nessa temperatura houve estabilização no oitavo dia. A 20 e 25 °C estabilizou no sétimo dia com 72 e 80%, respectivamente; a 30 °C no sexto dia com 75%; e a 35 °C no oitavo dia com 52%. No substrato sobre areia

(Figura 2C), a germinação teve início no primeiro dia após instalação do teste para as temperaturas de 25, 30 e 35 °C, enquanto que a 15 e 20 °C se iniciou no segundo dia. Houve estabilização da germinação no oitavo dia para 15 e 25 °C; e no sétimo dia para 20, 30 e 35 °C. A germinação teve início no segundo dia a 30 °C, no terceiro dia a 20, 25 e 35 °C e no quarto dia a 15 °C, no substrato entre areia (Figura 2D). A germinação se estabilizou no oitavo dia para 20 e 25 °C; no nono dia para 15 °C; no oitavo dia para 30 e 35 °C.

Ausência de Luz

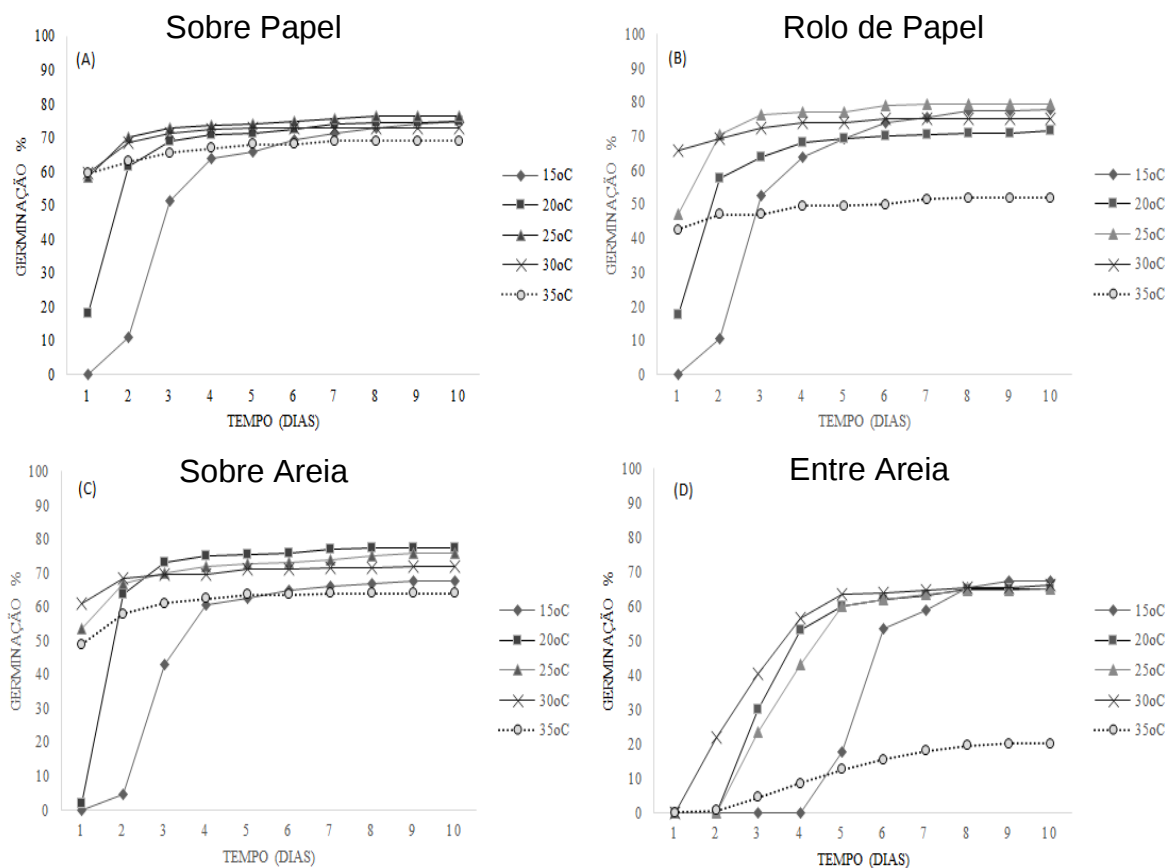


Figura 2: Germinação de sementes de chia na ausência de luz, nos substrato sobre papel (A), rolo de papel (B), sobre areia (C) e entre areia (D) em função de diferentes temperaturas.

A rapidez na germinação é importante pois reduz o grau de exposição das sementes e das plântulas às intempéries, criando uma situação favorável para que

não ocorram falhas no estande ou desuniformidade de plântulas, podendo prejudicar a produção (NASCIMENTO et al., 2011). Assim, a busca por conhecimentos sobre uma semente tão importante para a saúde humana é essencial, tanto pela preservação da espécie, como em obter sementes de maior qualidade fisiológica, e isso só é possível conhecendo as condições ótimas para a germinação e desenvolvimento da cultura.

Os testes de germinação são realizados com a finalidade das sementes expressarem seu máximo potencial germinativo, além de demonstrar resultados rápidos. Sendo assim, os substratos que atenderam a essas questões foram o sobre papel, rolo de papel e sobre areia. No entanto, pensando em maior rapidez e facilidade na execução do teste, e também levando em consideração o tamanho da semente, o substrato mais indicado é o sobre papel, e a temperatura que melhor se enquadrou a estes fatores juntamente com o substrato foi a de 25 °C.

Ainda, foi observado que as contagens podem ser realizadas com quatro e sete dias após o início do teste, na qual a germinação se estabilizou para a maioria das condições testadas, inclusive a 25 °C no substrato sobre papel.

4 CONCLUSÃO

As sementes de chia são consideradas fotoblásticas neutras. O teste de germinação deve ser conduzido no substrato sobre papel a 25 °C, com contagem inicial e final aos quatro e sete dias, respectivamente.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; SILVA, J. B.; CÂNDIDO, A. C. S. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de goiaba. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.46, n. 3, p. 615-621, 2015.

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Germantown, v.44, n. 3, p. 131-135, 2004.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, Kentucky, v.7, p. 286-305, 1988.

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

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v.17, n. 4, p. 525-531, 2011.

HOFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n. 2, p. 54-62, 2004.

IXTAINA, V. Y. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.24, n. 2, p.166-174, 2011.

JIN, F. et al. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. **Plant Foods for Human Nutrition**, Kannapolis, v.67, p.105-110, 2012.

KOEFENDER, J. et al. Influência da temperatura e da luz na germinação da semente de calêndula. **Horticultura Brasileira**, v.27, p. 207-210, 2009.

LABOURIAU, L. G. A. **Germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 173p, 1983.

LUZ, F. N. et al. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v.5, n. 1, p. 26-33, 2014.

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

MENEZES, N. L. et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26. p. 32-37, 2004.

MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan(Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n. 2, p. 177-183, 2008.

NASCIMENTO, W. M. et al. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças, 11. Porto Alegre, RS: Embrapa Hortaliças, 2011.

OLIVEIRA, S. S. C. et al. Seleção de progênies de nabo-forrageiro para germinação sob altas temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n. 2, p. 217-222, 2014.

ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n. 1, p. 53-61, 2013.

PAIVA, E. P. et al. Light regime and temperature on seed germination in *Salvia hispanica* L. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.38, n. 4, p. 513-519, 2016.

POSSENTI, J. C. et al. Influência da temperatura e do substrato para a germinação de sementes de chia. **Revista Científica**, Jaboticabal, v.44, n.2, p. 235-238, 2016.

SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPES, O. Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispânica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v.61, p. 193-201, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 954p, 2013.

TAKAKI, M. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In: Nogueira, R. M. C. (Eds.). **Estresses ambientais**: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRP, p. 243-248, 2005.

VÁZQUEZ-OVANDO, J.A. et al. Dry processing of chia (*Salvia hispanica* L.) flour: chemical characterization of fiber and protein. **Journal of Food**, Chicago, v.8, p. 117-127, 2010.

CAPÍTULO 2 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CHIA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTES E EMBALAGENS

RESUMO

Objetivou-se avaliar se as embalagens e condições de ambiente interferem na qualidade fisiológica das sementes de chia armazenadas por 12 meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 3x3x4, com quatro repetições, sendo três embalagens (vidro, plástico e papel); três ambientes de armazenamento (geladeira, condições ambientes –sem controle da temperatura e umidade relativa do ar, e câmara seca); e quatro épocas de armazenamento (zero, quatro, oito e 12 meses). Após cada período de armazenamento, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, emergência de plântulas e condutividade elétrica. O armazenamento de sementes de chia deve ser feito em geladeira ou câmara seca, em embalagens de plástico, vidro ou papel, pelo período de 12 meses, sem prejuízo à sua qualidade fisiológica.

PALAVRAS-CHAVE: *Salvia hispanica*. Conservação. Germinação.

CHAPTER 2 – STORAGE OF CHIA SEEDS IN DIFFERENT CONDITIONS OF ENVIRONMENTS AND PACKAGING

ABSTRACT

The objective was to evaluate if the packaging and environmental conditions interfere in the physiological quality of chia seeds stored for 12 months. The experimental design was completely randomized in a 3x3x4 factorial scheme, with four replicates, with three packages (glass, plastic and paper); Three storage environments (refrigerator, ambient conditions - no control of temperature and relative humidity, and dry chamber); And four storage times (zero, four, eight and 12 months). After each storage period, the seeds were submitted to germination, seedling emergence and electrical conductivity tests. The storage of chia seeds should be done in a

refrigerator or dry chamber, in plastic, glass or paper containers, for a period of 12 months, without prejudice to their physiological quality.

KEY WORDS: *Salvia hispanica*. Conservation. Germination.

1 INTRODUÇÃO

Salvia hispanica L., conhecida como chia, é uma planta herbácea de ciclo anual, pertencente à família Lamiaceae, originária do Centro Oeste do México e no Norte da Guatemala (CHICCO et al., 2009; BUENO et al., 2010). É conhecida por suas sementes, que contém antioxidantes, fibras dietéticas e ácido α -linolênico, que auxiliam na prevenção de várias doenças (ALI et al., 2012). Vem-se destacando como fonte potencial de nutrientes para a indústria agro-alimentar e pelas propriedades benéficas para a saúde (MUÑOZ et al., 2012). Atualmente, a chia vem despertando interesse de produtores por ser uma alternativa de cultivo na safrinha e manejo aparentemente simples, além da expectativa de ganhos elevados com a cultura. Entretanto, a avaliação da qualidade das sementes é um item indispensável ao sucesso de qualquer cultivo, e no caso da chia, essas informações são escassas.

Geralmente, as sementes não são utilizadas imediatamente após a colheita, devendo ser armazenadas para utilização futura no mesmo ano ou até em anos seguintes, necessitando manter a viabilidade das sementes durante o armazenamento, minimizando a velocidade de deterioração por meio de tecnologias de conservação apropriadas para cada espécie (KISSMANN, 2009). As condições de armazenamento influenciam na sobrevivência e longevidade das sementes e, embora a qualidade não possa ser melhorada, ela pode ser mantida, dependendo das condições do ambiente (LEMOS FILHO; DUARTE, 2001).

Os sintomas fisiológicos mais evidentes da deterioração das sementes são aparentes durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, em virtude da desestruturação do sistema de membranas, como consequência do ataque aos seus constituintes químicos, pelos radicais livres (JOSÉ et al., 2010). Dessa forma, o armazenamento das sementes em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar favorece a manutenção do seu potencial

fisiológico, reduzindo o processo respiratório e diminuindo, desta forma, o processo de deterioração das mesmas (MARCOS-FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Embora a escolha da embalagem para o armazenamento das sementes possa parecer fácil num primeiro momento, essa decisão dependerá das condições do ambiente de armazenamento, assim como das características de cada embalagem e sua disponibilidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. quando armazenadas sob condições normais de ambiente (22 ± 7 °C) perderam a viabilidade em menos de três meses; no entanto, sob baixa temperatura (câmara fria a 7 ± 1 °C) foi possível manter a viabilidade das mesmas por até 18 meses, com germinação superior a 80% (BARBEDO et al., 2002).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar se as embalagens e condições de ambiente interferem na qualidade fisiológica das sementes de chia armazenadas por 12 meses.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado utilizando sementes de chia, adquiridas de produtores da região de Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil, na safra 2014/2015. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 3x3x4, com quatro repetições, sendo três embalagens - vidro, plástico e papel, que possuem características impermeáveis, semipermeáveis e permeáveis respectivamente; três ambientes de armazenamento (geladeira – 8 °C e 60% de umidade relativa do ar, condição ambiente – sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e câmara seca – 17 °C com 50% de umidade relativa); e quatro épocas de armazenamento (zero, quatro, oito e 12 meses).

Após cada período de armazenamento, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, emergência de plântulas e condutividade elétrica.

Para o teste de germinação as sementes foram dispostas no substrato sobre papel em caixas tipo gerbox, com quatro repetições de 50 sementes, mantidas a 25 °C e com presença de luz contínua, sendo a contagem realizada no sétimo dia após

a instalação do teste, utilizando o critério de emissão da raiz primária maior que 2 mm de comprimento (BRASIL, 2009).

Para a emergência de plântulas foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeadas em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, contendo substrato comercial. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação com controle de irrigação e a contagem foi realizada no sétimo dia de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O teste de condutividade elétrica foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Marcos Filho e Vieira (2009), porém, com modificação, utilizando quatro repetições de 50 sementes provenientes de sementes fisicamente puras, as quais tiveram a massa determinada e em seguida colocadas em copos plásticos contendo 25 mL de água destilada, mantidas a 25 °C. Decorridas 24 horas, foi realizada leitura da solução de embebição por meio de um condutivímetro; e os valores médios obtidos para cada tratamento, foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

A análise estatística foi realizada utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade comparando as médias para embalagens e temperaturas; e análise de regressão polinomial, para épocas de armazenamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre embalagem, ambiente e tempo de armazenamento foi significativa para todos os parâmetros avaliados. Nas sementes de chia armazenadas em geladeira (Figura 1A) e câmara seca (Figura 1C) houve redução na germinação a partir do quarto mês para as três embalagens, porém ao final de 12 meses a germinação se manteve acima de 80%, evidenciando que o armazenamento em baixas temperaturas e o controle da umidade relativa do ar da geladeira e câmara seca proporcionou melhor conservação das sementes, minimizando o processo de deterioração.

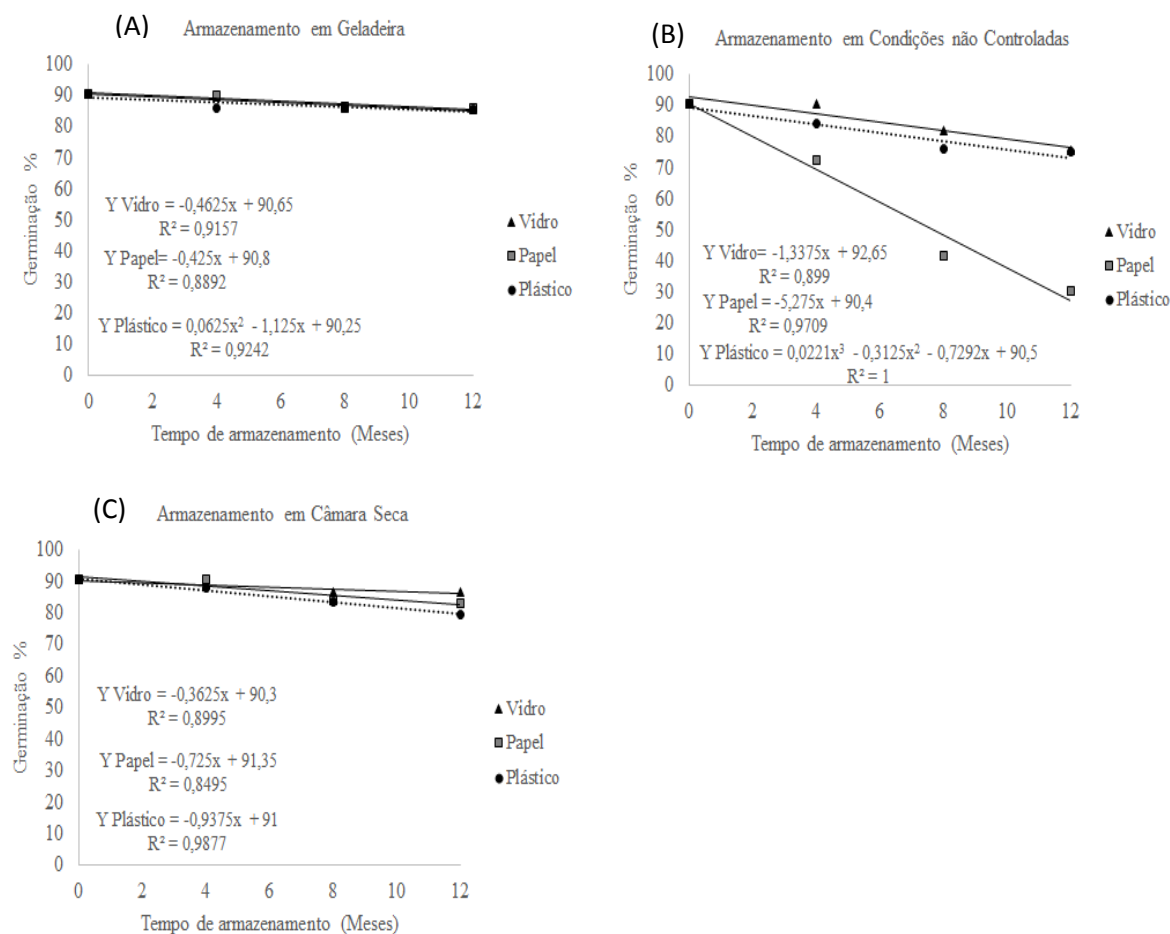


Figura 1: Porcentagem de germinação de sementes de chia armazenadas em três ambientes e três embalagens, pelo período de 12 meses de armazenamento.

Baixas temperaturas reduzem a velocidade das reações químicas, consequentemente da respiração, beneficiando a conservação das sementes (MARCOS-FILHO, 2015). Santana e Carvalho (2006) concluíram que as sementes de carqueja (*Baccharis trimera* (Less) DC.) acondicionadas em geladeira apresentaram melhor conservação independentemente da embalagem utilizada.

Quando as sementes foram armazenadas em condições ambientais não controladas (Figura 1B), verificou-se redução na germinação com o passar do período de armazenamento. Nas embalagens de vidro e plástico, esse declínio foi menor e, no final de 12 meses, a germinação ainda estava acima de 70%. Porém, na embalagem de papel houve queda acentuada, resultando em valores de 30% ao final do armazenamento. O processo de deterioração das sementes durante o armazenamento altera os processos bioquímicos e fisiológicos, pela produção de

espécies reativas de oxigênio, que alteram a estrutura de enzimas antioxidantes, ocasionando, redução da qualidade como consequência do esgotamento de suas reservas, culminando com a queda progressiva da porcentagem de plântulas normais e a diminuição acentuada na viabilidade das sementes (GRAHAM, 2008).

Os resultados encontrados corroboram com os de Souza (2005), o qual não recomenda a utilização de embalagem de papel para sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich., pois houve redução significativa do vigor ao longo do armazenamento. Benedito et al. (2011) também verificaram menor germinação para sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) acondicionadas em papel em relação ao plástico e vidro, comportamento este mantido por 150 dias de armazenamento em condições não controladas.

Para a emergência de plântulas observou-se que quando as sementes foram acondicionadas em geladeira (Figura 2A) e câmara seca (Figura 2C), houve queda com o passar dos meses de armazenamento, sendo esse declínio maior comparado a germinação. Após o armazenamento de 12 meses na geladeira (Figura 2A), houve 70% de emergência de plântulas formadas a partir de sementes acondicionadas em papel e plástico, enquanto as sementes acondicionadas em vidro resultou em valores superiores. Para a câmara seca (Figura 2C), a embalagem de plástico proporcionou ao final 70% de emergência, e o papel e o vidro resultaram em 60% de plântulas emergidas.

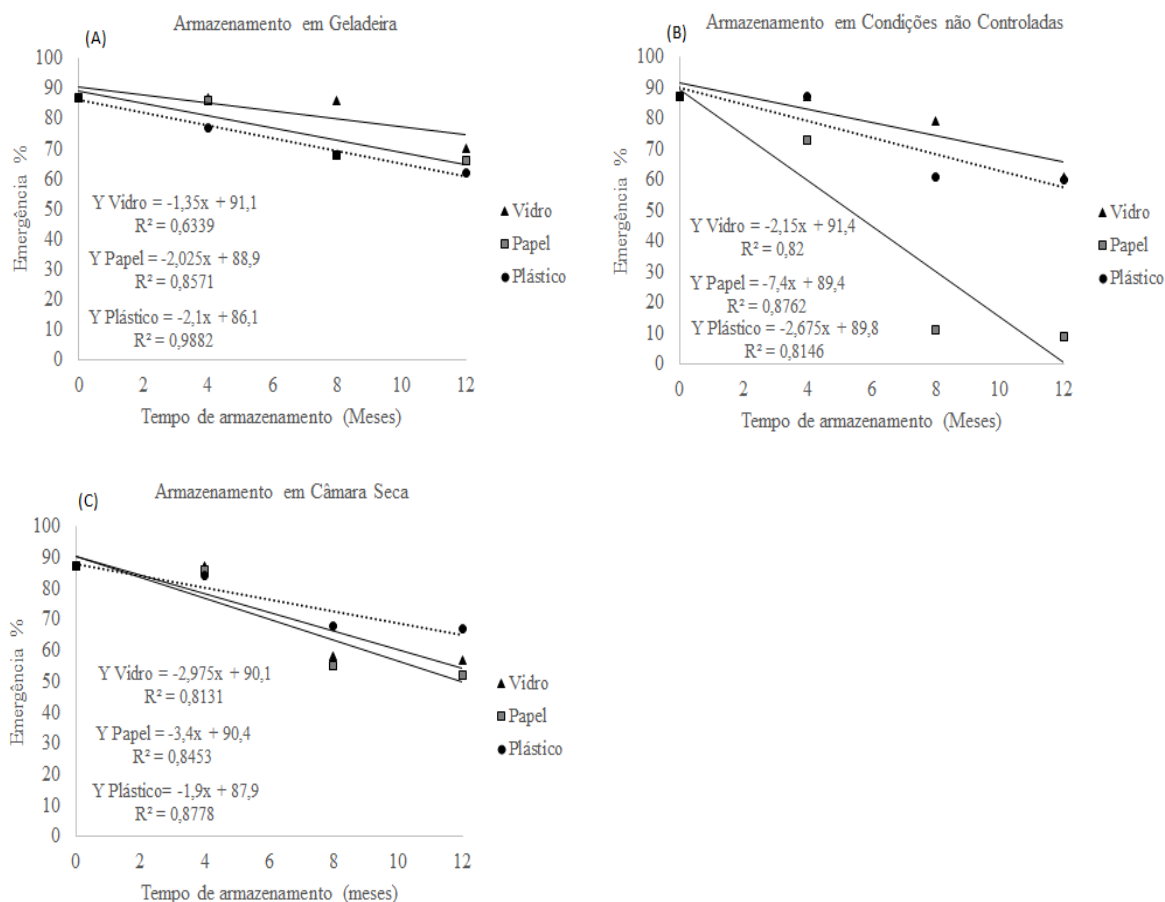


Figura 2: Emergência de plântulas provenientes de sementes de chia armazenadas em três ambientes e três embalagens pelo período de 12 meses de armazenamento

Em condições ambientais não controladas (Figura 2B), a emergência também decresceu com o passar do tempo, porém esses valores foram menos acentuados nas embalagens de vidro e plástico, com 60% de emergência após 12 meses de armazenamento. Já para as sementes acondicionadas em papel observou-se os piores resultados, sendo que a partir do quarto mês houve drástica redução da emergência, ficando abaixo de 10% ao final dos 12 meses.

Resultados semelhantes foram encontrados Guedes et al. (2010), os quais verificaram que houve redução acentuada na emergência de plântulas de *Amburana cearenses* Smith, cujas sementes foram acondicionadas em saco de papel e mantidas em ambiente de laboratório com condições não controladas.

A lixiviação de eletrólitos das sementes de chia, mensurada pela condutividade elétrica da água de embebição, demonstrou que quando

armazenadas em geladeira (Figura 3A) houve aumento desse parâmetro com o decorrer do tempo em todas as embalagens avaliadas, sendo o vidro o que apresentou maior elevação. Quando armazenadas em câmara seca (Figura 3C) novamente observou-se aumento dos valores de condutividade de maneira semelhante para as três embalagens, comprovando que o vigor das sementes diminui com o período de armazenamento, porém, cabe ressaltar que a elevação dos valores da condutividade elétrica das sementes nesses dois ambientes de armazenamento não foi tão acentuada. Resultados semelhantes foram encontrados por Abreu et al (2011) em que o armazenamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) a 10 °C destacou-se devido aos baixos valores de condutividade elétrica.

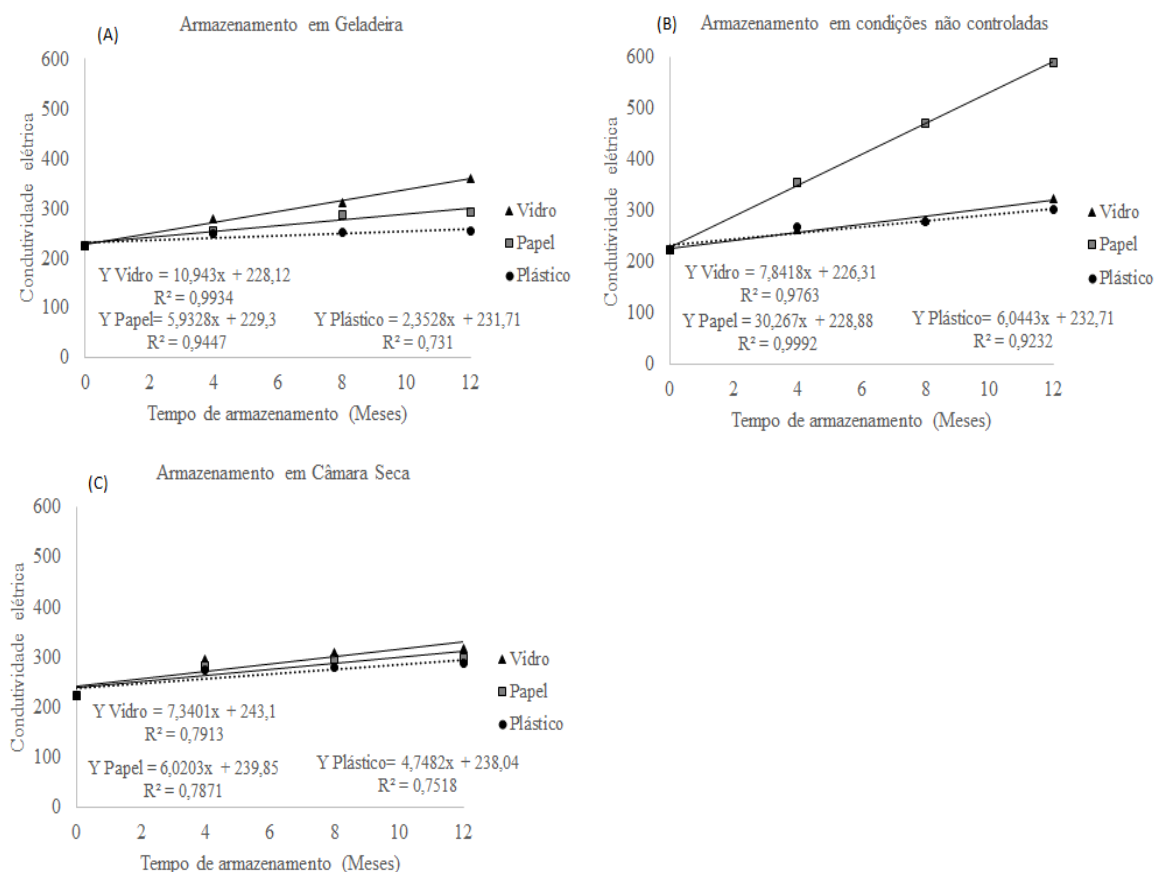


Figura 3: Condutividade elétrica de sementes de chia armazenadas em três ambientes e três embalagens pelo período de 12 meses de armazenamento.

No armazenamento das sementes de chia em condições ambientais não controladas (Figura 3B), observou-se os maiores valores de condutividade elétrica. A partir do quarto mês de armazenamento, já houve elevação desses valores,

demonstrando que ocorreu aumento de lixiviados, e consequentemente perda da capacidade regulatória das membranas celulares. Novamente, nas embalagens de plástico e vidro, o aumento de eletrólitos se deu de forma menos acentuada do que a embalagem de papel, que resultou nos maiores valores, e consequentemente sementes menos vigorosas.

Segundo Panobianco, Vieira e Perecin (2007), quando se trabalha com altas temperaturas (20 e 25 °C), alterações significativas são verificadas nos valores de condutividade elétrica durante as épocas de armazenamento, revelando aumento na perda de lixiviados com o decorrer do tempo. Resultados semelhantes foram encontrados por Pontes et al. (2006) em sementes de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) armazenadas em temperaturas de 20 °C, havendo aumento significativo da condutividade elétrica durante o período de armazenamento.

Os efeitos das condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar sobre o desempenho de sementes durante o armazenamento dependem das características de cada espécie, pois está relacionada, dentre outros fatores, à composição química da semente, ou seja, dos compostos de reserva sintetizados e acumulados durante o processo de formação, tais como proteínas, lipídeos e carboidratos, especialmente o amido (GRAHAM, 2008).

De modo geral, a germinação das sementes de chia teve significativa diminuição com o tempo de armazenamento nas condições controladas de geladeira e câmara seca independente da embalagem, assim como em condições ambientais não controladas nas embalagens de vidro e plástico. Certamente, a combinação da temperatura baixa com a umidade relativa do ar controlada proporcionou condições mais favoráveis, o que minimizou a velocidade de deterioração das sementes.

Esses resultados estão de acordo com Silva et al. (2010), no qual observaram que a maioria das sementes tende a sofrer variações no grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, e essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente. O resultado obtido na condição de geladeira e câmara seca demonstra que o armazenamento nessas condições manteve a capacidade da semente de chia geminar por maiores períodos, mesmo que em níveis inferiores ao inicial.

Analisando o período de armazenamento, observou-se que houve redução da germinação e vigor das sementes, fato este verificado também para outras espécies, Matos (2008) observou resultados semelhantes trabalhando com sementes de pau-de-jangada (*Heliocarpus popayanensis*), na qual armazenada em freezer por nove meses decresceu ao longo do período de armazenamento, independente da embalagem. Em condições ambientais não controladas, a embalagem de papel não é indicada, sendo prejudicial em todos os parâmetros avaliados; os ambientes mais adequados para o armazenamento de sementes de chia durante o período de 12 meses, mantendo sua qualidade fisiológica são geladeira e câmara seca, independente da embalagem utilizada.

Possivelmente, essa ocorrência deve estar associada às oscilações de temperatura e umidade no ambiente natural, que têm influência direta sobre a semente devido à sua higroscopicidade. Borba Filho e Perez (2009) relataram que a viabilidade das sementes tem sido reduzida quando armazenadas em embalagens permeáveis em ambiente de laboratório, comparadas àquelas cuja condição de armazenamento foi realizada em embalagens permeáveis ou impermeáveis em ambiente controlado à baixas temperaturas.

4 CONCLUSÃO

O armazenamento de sementes de chia deve ser feito em geladeira ou câmara seca, em embalagens de plástico, vidro ou papel, pelo período de 12 meses, sem prejuízo à sua qualidade fisiológica.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, L. A. S. et al. Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.33, n. 4, p. 637-644, 2011.

ALI, N. M. et al. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, Cairo, v.2012, p. 1–9, 2012.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO, R. R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BENEDITO, C. P. et al. Armazenamento de sementes de Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, vol.33 n.1, 2011.

BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.259-269, 2009.

BUENO, M. et al. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v.9, n. 3, p. 221–227, 2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012. 588p.

CHICCO, A. G. et al. Dietary Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Rich in α -linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and Insulin Resistance in Dyslipaemic Rats. **British Journal of Nutrition**, London, v.101, n. 1, p. 41-50, 2009.

GRAHAM, I. A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.115-142, 2008.

GUEDES, R. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 2, p.331-342, 2010.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, p. 29-38, 2010.

KISSMANN, C. et al. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hassleri*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.104-115, 2009.

LEMON FILHO, J. P.; DUARTE, R. J. Germinação e longevidade das sementes de *Swietenia macrophylla* King Mogno (Meliaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n. 1, p. 125-130, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, Fealq. 495p. 2015.

MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity test. In: BAALBAKI, R. et al. **Seed vigor testing handbook**. New York: Ithaca, 2009. p. 186-200.

MATOS, V. P. et al. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.617-625, 2008.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia Seeds: Microstructure, Mucilage Extraction and Hydration. **Journal of Food Engineering**, London, v.108, n. 1, p. 216-224, 2012.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; PERECIN, D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, p.119-124, 2007.

PONTES, C. A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

SANTANA, A. de M. S.; CARVALHO, R. I. N. Viabilidade e capacidade de armazenamento de sementes de carqueja coletadas em três municípios no Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.7, n. 1/2, p. 15 - 20, 2006.

SILVA, F. S. et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, p. 45-56, 2010.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. de L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.833-841, 2005.