



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA**

SÉRGIO LUIZ FERREIRA RIOS FILHO

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE CHIA EM FUNÇÃO DA
COLORAÇÃO DO TEGUMENTO.**

FORTALEZA

2018

SÉRGIO LUIZ FERREIRA RIOS FILHO

POTENCIAL FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE CHIA EM FUNÇÃO DA
COLORAÇÃO DO TEGUMENTO

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Agronomia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do
Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Haynna Fernandes Abud

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R453p Rios Filho, Sérgio Luiz Ferreira.
Potencial fisiológico das sementes de chia em função da coloração do tegumento / Sérgio Luiz Ferreira
Rios Filho. – 2018.
29 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Haynna Fernandes Abud.

1. Salvia hispânica L. 2. Análise de Sementes. 3. Vigor de sementes. I. Título.

CDD 630

POTENCIAL FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE CHIA EM FUNÇÃO DA
COLORAÇÃO DO TEGUMENTO

Monografia apresentada ao curso de
Graduação em Agronomia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção do
Título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 22/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Haynna Fernandes Abud (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Aurilene Araújo Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Maria Liliane dos Santos Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha mãe Odete e minha avó Vera.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me confortado nos momentos difíceis, me consolado e me dado discernimento todos os dias até hoje;

À minha mãe Odete pela imensa dedicação, esforço, amor e carinho, e que sempre me ajudou quando eu precisei, não medindo esforços para isto;

À minha avó Vera, por ser uma fonte de amor e dedicação, que sempre foi meu exemplo de pessoa a seguir e que me ajudou a ser a pessoa que sou hoje;

Aos meus irmãos Jéssica e Cristovam, por serem meus maiores amigos e companheiros, e que sempre me deram força para lutar pelos meus objetivos;

À professora doutora Haynna Fernandes Abud, pela ótima orientação e paciência imensa com este que aqui escreve;

À doutora Aurilene e a Liliane, que cederam seu tempo e paciência para participar da minha banca examinadora;

Aos integrantes do grupo de estudo de sementes, em especial meus colegas Wesley, Timóteo, Felipe, Wendell e Kelly, que embarcaram nessa jornada comigo e perderam finais de semana e feriados me ajudando;

Aos integrantes do Laboratório de Sementes, como: Charles, Kelly, dona Regina, dona Salete, dona Lucy, pela paciência imensa que tiveram comigo e por todo aprendizado;

Aos meus amigos que percorreram essa jornada comigo sem os quais a minha jornada acadêmica não teria sido nem de longe tão divertida e recompensadora, com os quais eu compartilhei minhas angústias e risadas, em especial a amigos como Arthur, Leonardo, Isaac, Suzi, Victor, Glauber, Gustavo e muito mais;

A Universidade Federal do Ceará (UFC), por ter me proporcionado condições de galgar minha jornada acadêmica e profissional;

A todos que de alguma maneira me ajudaram a construir esta monografia e trilhar esse caminho;

Meu obrigado a todos.

RESUMO

A utilização de sementes de alta qualidade é um fator de grande importância para o sucesso da propagação e produção de mudas vigorosas, tendo como parâmetro o teste de germinação e testes de vigor para a avaliação do potencial fisiológico das sementes. Assim, o objetivo com a presente pesquisa foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de chia em função da coloração do tegumento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de sementes, da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados dois lotes de chia, em que realizou-se uma classificação das sementes em função da coloração do tegumento em: sementes escuras, intermediárias e claras. Além disso, os testes também foram realizados com sementes sem qualquer separação, sendo classificado como a mistura. Para caracterização inicial das sementes determinou-se o teor de água, a massa de matéria seca de sementes e o peso de mil sementes. As sementes foram submetidas ao teste de germinação, mantidas em B.O.D sob temperatura de 25 °C, por 14 dias, e os resultados expressos em percentagem média de plântulas normais para cada tratamento. A primeira contagem de germinação foi realizada no sétimo dia do teste de germinação. A massa de matéria seca de plântulas foi realizada, após o teste de germinação, ao décimo quarto dia as plântulas normais foram secas em estufa de circulação de ar sob temperatura de 65 °C, por 24 horas e os resultados foram expressos em miligramas por plântula. O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação, sob condições controladas e, foi avaliado no 14º dia pós plantio. Foram realizadas contagens diárias para cálculo do índice de velocidade de emergência. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas medias comparadas em teste de Tukey a 5%. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os dois lotes analisados. A porcentagem de germinação observada para o lote 1 foi em média 59% e 82% para o lote 2. A massa de matéria seca para o lote 1 foi, em média, 0,0215g e 0,027g para o lote 2. Com isso, conclui-se que as sementes de diferentes colorações de tegumento apresentam qualidade semelhante. Desta forma, não se faz necessário realizar a classificação das sementes em função da coloração do tegumento como uma etapa do processo de beneficiamento.

Palavras-chave: *Salvia hispânica* L. Análise de Sementes. Vigor de sementes.

ABSTRACT

The use of high quality seeds is a very important factor for the success of the propagation and production of vigorous seedlings, having as parameter the test of germination and vigor tests for the evaluation of the physiological potential of the seeds. Thus, the objective of this research was to evaluate the physiological potential of chia seeds as a function of tegument color. The experiment was conducted in the Laboratory of Analysis of Seeds, Federal University of Ceará. Two batches of chia were used, in which a seed classification was performed as a function of the tegument coloration in: dark, intermediate and light seeds. In addition, the tests were also performed with seeds without any separation, being classified as the mixture. For the initial characterization of the seeds, the water content, the dry matter mass of seeds and the weight of one thousand seeds were determined. The seeds were submitted to germination test, maintained in B.O.D under 25 ° C for 14 days, and the results expressed as mean percentage of normal seedlings for each treatment. The first germination count was performed on the seventh day of the germination test. After the germination test, seedling dry matter mass was determined on day fourteenth. Normal seedlings were dried in an air circulation oven at 65 °C for 24 hours and the results were expressed in milligrams per seedlings. The emergency test was performed under greenhouse conditions under controlled conditions and was evaluated on the 14th day after planting. Daily counts were calculated for the calculation of the emergency speed index. A completely randomized design was used. The data were submitted to analysis of variance and their means were compared in a Tukey test at 5%. It was verified that there was no significant difference between the treatments for the two batches analyzed. The percentage of germination observed for lot 1 was on average 59% and 82% for lot 2. The dry matter mass for lot 1 was on average 0.0215g and 0.027g for lot 2. With this, it is concluded that the seeds of different tegument stains have similar quality. Thus, it is not necessary to perform the classification of the seeds in function of the color of the tegument as a step of the beneficiation process.

Keywords: : *Salvia hispânica L.* Seed analysis. Seed vigor.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Características da cultura da chia	12
2.2	Caracterização das sementes de chia.....	13
2.3	Análise computadorizada de imagens.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	25
6	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A cultura da chia (*Salvia hispânica* L.), pertence à família Lamiacea, e se originou de uma região que se estende desde o norte da Guatemala até o centro-oeste do México, além de regiões como a Ásia sul-oriental, as Américas e mesmo o Sul da África. Durante o Período pré-colombiano, esta espécie era tida como um dos principais alimentos básicos utilizados pelas civilizações que habitavam a América Central, tendo maior destaque que culturas como o amaranto, ficando atrás apenas do milho e do feijão (AYERZA; COATES, 2004).

Desprezado durante a época da colonização, o cultivo da chia sobreviveu apenas em áreas montanhosas e isoladas do México e da Guatemala, onde a planta foi cultivada por séculos e permanece até os dias de hoje (JIMÉNEZ, 2010). Além da utilização religiosa, as sementes, a farinha e o óleo foram apreciados e utilizados como medicamentos, produtos alimentícios e artísticos (CAHILL, 2003). As partes da planta utilizadas como ingredientes para a formulação de medicamentos em geral eram as sementes. Outras partes como os ramos, folhas e raízes eram utilizadas em menor quantidade para combater infecções respiratórias (JIMÉNEZ, 2010). O uso da chia em diferentes finalidades persiste até hoje, entretanto as origens do cultivo e o processo de domesticação ainda são desconhecidos (CAHILL, 2003).

A chia é cultivada comercialmente na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Peru e Argentina (BUSILACCHI *et al.*, 2013). 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 falta de informação a respeito das exigências nutricionais da planta (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). As informações são escassas a respeito do seu cultivo, sendo a maioria das pesquisas voltadas para determinação dos valores nutricionais e características medicinais.

Devido a essa importância se faz necessário a avaliação do potencial fisiológico desta cultura, pois somente com a garantia de uma boa resposta em campo e o desenvolvimento de plantas uniformes e vigorosa o produtor irá obter sucesso.

A qualidade de um lote de sementes é representada pelo somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que determinam seu valor para semeadura, garantindo assim, elevado desempenho agrônômico, que é base fundamental para o sucesso de uma lavoura tecnicamente bem instalada (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

Devido a escassez de informações sobre a cultura se fez necessário a realização deste estudo, partindo da hipótese de que há uma diferença de potencial fisiológico entre as sementes de diferentes colorações. Sendo assim, o objetivo com o presente estudo foi avaliar a germinação e o vigor de sementes de chia com diferentes colorações de tegumento.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Características da cultura da chia

A *Salvia hispânica* L. conhecida como “salvia espanhola”, “Artemisia espanhola”, “chia mexicana”, “chia negra” ou simplesmente “chia”, é uma planta herbácea anual originária das áreas montanhosas do oeste e centro do México e Guatemala (OROZCO; ROMERO, 2003). Sendo considerado o mais numeroso da família Lamiaceae, o gênero *Salvia* inclui 900 espécies que se distribuem pelo mundo todo, incluindo o sul da África, América Central, América do norte, América do sul e Ásia sul-Oriental (BUENO *et al.*, 2010).

Apesar do desconhecimento do seu cultivo e domesticação a chia sofreu uma intensa seleção humana que influenciou severamente sua evolução, dada a sua alta capacidade de produzir sementes, seu ciclo de vida anual e sistema de polinização autógamo, bem como sua alta herdabilidade de algumas características fenotípicas (AYERZA, 2010).

As sementes de chia foram utilizadas, durante séculos, como alimento pelos índios do Oeste e do Sul do México. Para os Astecas a chia era oferecida durante as cerimônias religiosas. Esse costume desapareceu à cerca de 500 anos, após a conquista do território pelos espanhóis, que acabaram substituindo a chia pelas suas culturas preferidas, trazidas da Europa (AYERZA, 2010).

Com cerca de 1m de altura, esta planta possui folhas simples, opostas de 4 a 8cm de comprimento e 3 a 5cm de largura, formato de lâmina oval elíptico, ápice agudo e pubescente (DI SÁPIO *et al.*, 2012). Tem o uso de defensivos agrícolas reduzidos em seu cultivo devido ter presente em suas folhas óleos essenciais que funcionam como repelente de insetos (POZO, 2010).

Di Sápio *et al.* (2012) fala ainda que a chia possui frutos secos, indeiscentes, monospermicos, obovóides, de cor castanho acinzentado com manchas castanho escuro ou ainda possuem manchas esbranquiçadas. Suas sementes são albuminosas, com superfície reticulada e cor amarelo-ocre. As flores são hermafroditas, de coloração roxa ou branca, pequenas (3-4mm) com pequenas pétalas e possuem parte da flor fundida, o que contribui para uma alta taxa de autofecundação, sendo encontradas nas extremidades dos ramos (CAHILL; PROVANCE, 2002). Após a fecundação, as flores dão lugar a um fruto em forma de aquênio indeiscente (JIMÉNEZ, 2010), monospermico, oval, suave e brilhante, de coloração preta acinzentada, com manchas irregulares em sua maioria avermelhadas e em

alguns casos brancas que quando mergulhados em água originam um líquido gelatinoso, devido à presença de mucilagem na superfície.

A principal forma de propagação dessa espécie é por meio de suas sementes. Seu embrião é axial linear com cotilédones de simetria dorsiventral, as células do endosperma apresentam abundantes corpos proteicos lenticulares de origem vascular e corpos lipídicos esféricos (DI SAPIO *et al.*, 2012).

2.2 Caracterização das sementes de chia

Para que se garanta o sucesso no cultivo de qualquer planta é necessário que se possua informações detalhadas sobre as sementes da cultura de interesse, bem como entender o estabelecimento da cultura, além de conhecer suas tolerâncias e sua dinâmica com fatores bióticos e abióticos (GORAI *et al.*, 2011). Fatores ambientais como temperatura, luz, umidade do solo e salinidade influenciam diretamente na capacidade de germinação das culturas (GORAI; NEFFATI, 2007), havendo assim a necessidade de se conhecer esses fatores durante o processo de tomada de decisão no planejamento do plantio.

As sementes de chia são pequenas e quando entram em contato com a água produzem um composto mucilaginoso que cerca toda a semente (WEBBER *et al.*, 1991). Essa mucilagem atua possivelmente como uma espécie de filtro que irá prevenir o efeito prejudicial que as condições de salinidade podem oferecer durante o processo de germinação (YANG *et al.*, 2010).

O eixo do embrião é reto, apresentando cotilédones opostos e ligeiramente suculentos, o ponto da radícula se localiza próximo a cicatriz do hilo. As sementes maduras praticamente não possuem endosperma, a germinação é epigea e as sementes são sempre envolvidas por mucilagem (LABOURIAU; AGUDO, 1987a). As sementes, quando maduras, encontram diferentes ambiente para sua germinação, existindo diversos fatores que afetam esse processo. A salinidade e a temperatura são os fatores que afetam mais a capacidade de germinação das sementes, sendo a temperatura que influencia de maneira mais severa na germinação da semente (AL-KHATEEB, 2006).

Em relação à fatores externos esta cultura apresenta respostas diferentes para temperatura e luz. Sua germinação é limitada quando submetidas à temperaturas em torno de $39,8 \pm 0,4^\circ\text{C}$, porém possuindo maiores valores típicos de tolerância a altas temperaturas que outras plantas de clima temperado. O valor extremo para baixas temperaturas que esta cultura suporta situa-se em torno de $3,3 \pm 0,4^\circ\text{C}$, onde sua germinação torna-se limitada mesmo

estando perto dos limites inferiores de algumas plantas tropicais tolerantes ao frio (LAMBOURIAU; AGUDO, 1987b). Suas sementes são consideradas fisiologicamente heterogêneas, contendo subpopulações fotoblásticas negativas a temperatura de 35°C e subpopulações fotoblásticas positivas a temperatura de 15°C. A germinação entre 20 e 31°C é indiferente a luz, respondendo à temperatura (LAMBOURIAU e AGUDO, 1987b).

A diferença na coloração do tegumento pode estar relacionada com a qualidade fisiológica das sementes, sendo possível se fazer inferências sobre o estágio de maturação desta semente a partir disto, e por isso o índice morfológico visual muitas vezes indica informações sobre a maturidade fisiológica (CASTELLANI *et al.*, 2009). Plantas não domesticadas geralmente possuem grande variabilidade genética entre os indivíduos, e também possuem sua maturação desuniforme. Sendo assim o lote pode se formar de sementes heterogêneas quanto a cor, densidade, tamanho, germinação e dormência, variando de acordo com a época de colheita (ABUD *et al.*, 2010, CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Maia-Almeida *et al.* (2011), por exemplo, em sua pesquisa com a espécie medicinal *P. umbellata*, destacou que a coloração e a massa das sementes foram características adequadas para avaliar a homogeneidade fisiológica, o comportamento e potencial germinativo. Já Santos e Aguiar (2000), desenvolveram trabalhos com *Sebastiania comersoniana*, e encontraram correlação entre a coloração das sementes e seu comportamento germinativo.

Diversos testes são recomendados para fazer a avaliação do potencial fisiológico de sementes, possuindo peculiaridades para cada espécie estudada. É recomendado o uso de diversos testes de vigor e viabilidade a fim de diminuir os erros e aumentar as informações quanto a tomada de decisão relacionada ao aceite de um lote.

Para verificar a qualidade fisiológica das sementes são utilizadas metodologias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, publicadas nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), porém este não é o caso da chia que ainda não possui, sendo necessário se chegar a um consenso sobre qual metodologia seguir, como foi o caso deste trabalho. Sendo assim a análise das características morfológicas das sementes e sua correlação com a qualidade fisiológica das mesmas se faz necessária.

2.3 Análise computadorizada de Imagens

Representando um avanço na otimização do processo de avaliação de plântulas, a avaliação computadorizada de imagens se mostra um método eficaz para obtenção de dados referentes ao vigor, bem como uma redução na tendenciosidade das análises pois é pouco influenciada pelos analistas.

Considerado, portanto, atualmente como um método para obtenção de resultados rápidos, a análise de imagens, também contribui para obtenção de resultados precisos ao eliminar por diversas vezes o erro humano, aumentando assim a confiabilidade do teste, além de oferecer o recurso de arquivamento, facilitando sua utilização em novos estudos e conferência dos dados obtidos (GOMES JUNIOR *et al.*, 2009; ALVARENGA *et al.*, 2012). Seu uso está associado a necessidade de se utilizar métodos rápidos e precisos. A avaliação de estruturas como radícula e hipocótilo de plântulas bem como a análise do conteúdo de reserva são tidos como métodos confiáveis para avaliação do vigor de sementes (MAHAJAN; DAS; SARDANA., 2015).

Silva e Dotto (2017) e Vilhanueva *et al.*(2015) utilizaram em seus estudos o software Image Processing and Analysis In Java (ImageJ[®]) que é disponibilizado de forma gratuita para análise de imagens em diversas áreas de conhecimento, obtendo assim seus resultados de forma automatizada.

Utilizada como meio de otimização do controle de qualidade de sementes, a análise de imagens, por seu amplo potencial, vem sendo muito utilizada, pois os testes tradicionais, como vigor de crescimento, velocidade de germinação e uniformidade das plântulas possuem expressivas limitações. Estudiosos como Ferreira *et al* (2013) e Silva e Cícero (2014) utilizaram esta técnica em seus estudos ao avaliarem respectivamente o vigor de sementes e o potencial fisiológico, corroborando o êxito na minimização das limitações encontradas nos métodos tradicionais.

Com base em parâmetros preestabelecidos, os valores numéricos obtidos nas análises das imagens representam em sua totalidade a qualidade das sementes. Para obtenção e análise dessas imagens, estas são captadas durante a germinação das sementes, podendo ser utilizadas para isso duas técnicas, sendo uma de forma manual utilizando câmeras digitais, posicionadas de forma fixa durante todo o processo de captura, respeitando desta forma os valores gerados, ou através da utilização de um scanner e os dados obtidos através das duas formas são processados através de um programa desenvolvido para esta finalidade (MARCOS FILHO, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados dois lotes de sementes de origens diferentes, os quais foram adquiridos para realização dos testes de viabilidade e vigor. Os lotes foram classificados de forma manual em função da coloração do tegumento, compondo os seguintes tratamentos: sementes claras (composto apenas por sementes de coloração clara); sementes intermediárias (composto apenas por sementes de coloração intermediária); sementes escuras (composto apenas por sementes de coloração escura); e mistura (composta por uma mistura de todas as outras categorias citadas).

Previamente aos testes para obtenção de resposta fisiológica foram realizados outros testes a fim de se realizar a caracterização dessas sementes. Os testes realizados foram:

Teor de Água (TA): realizado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas utilizando duas repetições de 100 sementes, conforme metodologia prescrita nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados expressos em porcentagem.

Peso de Mil Sementes (PMS): determinado a partir da média de oito repetições contendo 100 sementes contadas ao acaso e manualmente, para cada tratamento, sendo o valor calculado para mil sementes conforme orientação das Regras de análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Massa de Matéria Seca de Sementes (MMSS): determinado pelo peso médio das amostras após processo de secagem em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009). É determinado juntamente com o teor de água e seus resultados são expressos em mg/semente.

Posteriormente para cada tratamento foram realizados os testes a seguir:

Germinação (G): conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em caixas de plástico de 11 x 11 x 3,5 cm, sobre papel umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, que em seguida foram acondicionadas em câmaras de germinação do tipo “Biochemical Oxygen Demand” (BOD), mantidos em temperatura constante de 25 °C durante 14 dias.

Primeira Contagem (PC): foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo realizado ao sétimo dia após a instalação do teste de germinação (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Germinação (IVG): determinado durante a execução do teste de germinação onde foram feitas observações diárias plântulas normais até o 14º dia. O índice foi calculado conforme Maguire (1962), através da fórmula:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e assim por diante, até a última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias após a semeadura, na primeira, na segunda e assim sucessivamente, até a última contagem.

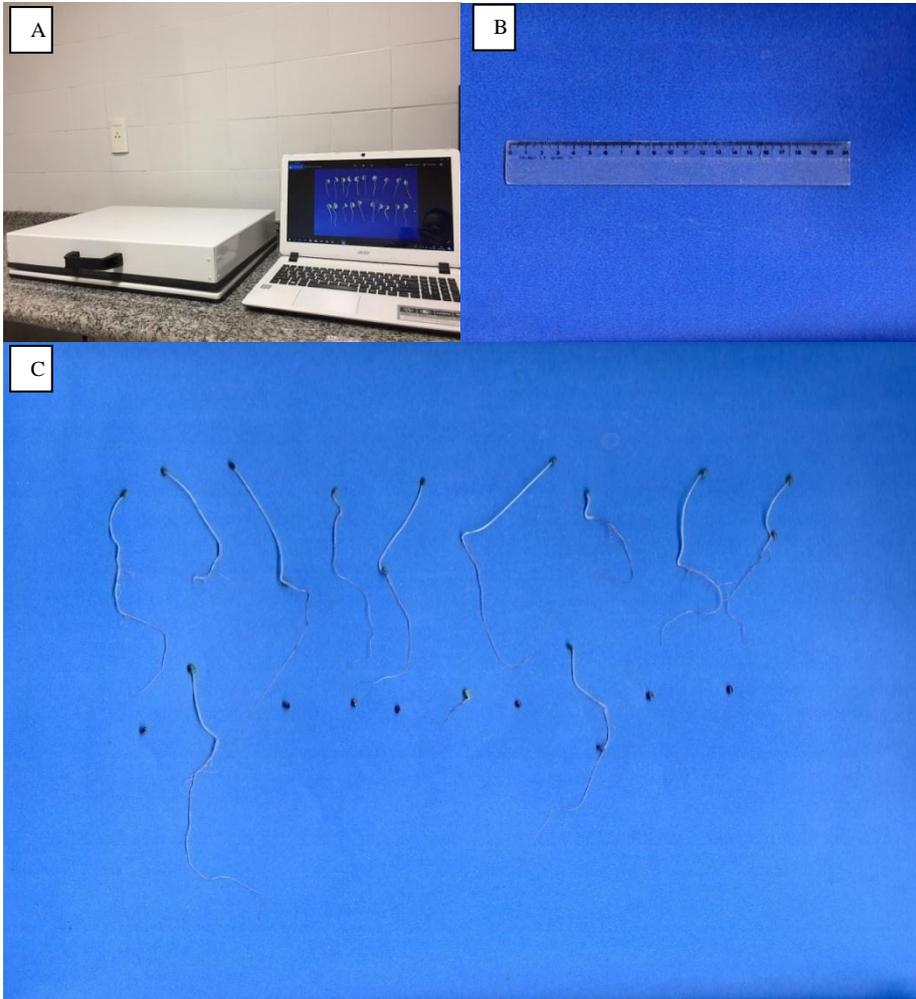
Emergência: as sementes foram semeadas em bandejas de isopor com 200 células e mantidas em casa de vegetação durante 14 dias. Foram realizadas irrigações diárias a fim suprir a necessidade hídrica da cultura. Após os 14 dias foi realizada a contagem do número de plântulas emergidas, e o resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas emergidas por tratamento.

Índice de Velocidade de Emergência: foi calculado de acordo com a fórmula de Maguire (1962), de acordo com o número de plântulas emergidas encontradas durante as contagens diárias.

Massa de Matéria Seca de plântulas (MMS): foram selecionadas as plântulas consideradas normais de cada repetição, ao décimo quarto dia após a semeadura. Estas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 65° C, por 48 horas até atingirem uma massa constante. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança de precisão, considerando três casas decimais, e os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Comprimento de Plântula (CP): realizado por meio de análise de imagens. Foram realizadas a captura das imagens com o uso de um scanner mantido de forma invertida dentro de uma caixa de alumínio (Figura 1) para evitar a interferência de luz externa. Após o fim do teste de germinação, as plântulas foram escaneadas e as imagens salvas para posterior análise. Utilizou-se o software ImageJ®. Para cada tratamento foi realizado um média e os resultados foram expressos em cm plântula⁻¹.

Figura 1 –Análise de imagens; equipamento utilizado para obtenção das imagens (A). Régua graduada utilizada para obtenção de escala (B). Obtenção das imagens de plântulas de chia da categoria mistura aos 14 dias (C).



Fonte: Rios Filho, S.L.F., 2018

Para fins de caracterização morfológica das sementes, foram coletadas imagens radiográficas de cada categoria nos dois lotes. As imagens radiográficas foram realizadas no Laboratório de Análise de Imagens pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. Foram obtidas utilizando um equipamento Faxitron modelo MX-20 DC-12 acoplado a um computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Disco rígido de 160 GB) e monitor Multi Sync (LCD1190SX com 17 polegadas).

O delineamento experimental utilizado nos testes foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F

($p < 0,05$), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para análise dos dados utilizou-se o software Sisvar versão 5.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível verificar os valores médios do teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS) e massa de matéria seca de sementes (MMSS) de chia classificadas em diferentes colorações do tegumento.

Tabela 1: Caracterização inicial dos lotes de sementes de *Salvia hispânica L.* separadas em função das diferentes colorações de tegumento.

Lote	Tratamento	TA	PMS	MMSS
1	Mistura	11,9	1,27	0,111
	Escuras	12,6	1,28	0,110
	Intermediárias	12,3	1,30	0,114
	Claras	12,1	1,26	0,105
2	Mistura	12,3	1,14	0,100
	Escuras	12,6	1,17	0,101
	Intermediárias	10,9	1,18	0,106
	Claras	11,9	1,17	0,104

TA - Teor de água (%); PMS - peso de mil sementes (g); MMSS - Massa de matéria seca de sementes (mg/semente).

O teor de água para o lote 1 situou-se entre 11,9 e 12,6 %, e para o lote 2 ficou entre 10,9 e 12,6%. Observa-se que houve uniformidade entre as sementes de diferentes colorações de tegumento, para os dois lotes estudados. Sabe-se que o teor de água de um lote de sementes tem interferência sobre a sua atividade metabólica. Segundo Coimbra *et al.* (2009) este é um fator importante quando se realiza testes de qualidade, pois um teor de água uniforme das sementes é um fator imprescindível para a padronização dos testes e obtenção de resultados consistentes.

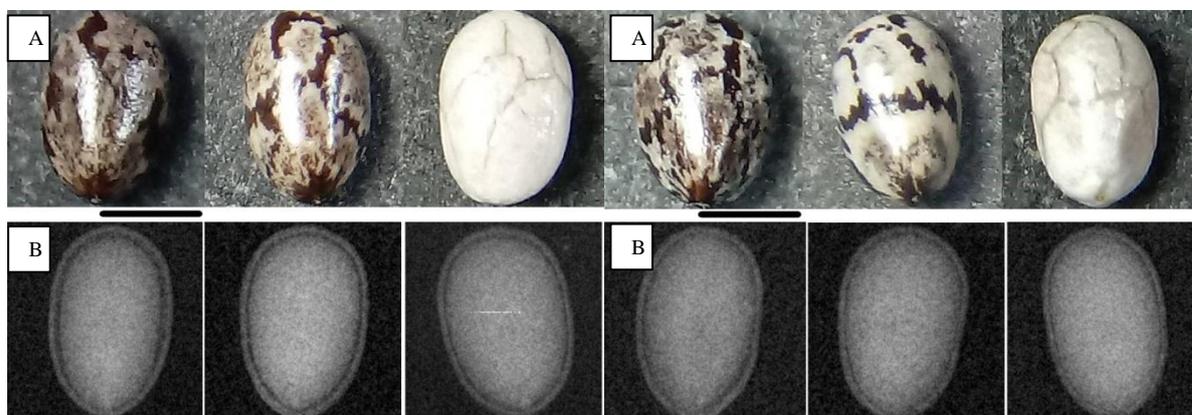
Para peso de mil sementes pode-se observar que para o lote 1 foram obtidos valores entre 1,26 e 1,30 g, e para o lote 2 esses valores ficaram entre 1,14 e 1,18g. Esses valores ficaram próximos aos valores encontrados por Nunes (2017) avaliando diferenças entre lotes de *Salvia hispânica L.* Isso sugere que o conteúdo de reserva entre ambas as categorias é semelhante, uma vez que os valores obtidos foram próximos sugerindo que as sementes apresentam o mesmo grau de maturação. Para os dados obtidos na avaliação da massa de matéria seca de sementes obtivemos médias entre 0,105 e 0,114 mg/semente para o

lote 1, e médias entre 0,100 e 0,106 mg/ por semente para o lote 2. Para Weber *et al.* (2010), o ponto de maturidade fisiológica é observado quando as sementes atingem o máximo de acúmulo de matéria seca e o mais alto nível de diferenciação, antes que se inicie o processo de secagem das sementes. Portanto, observa-se que o acúmulo de massa seca nas sementes ocorreu de maneira similar. Isso corrobora os dados obtidos para teor de água e peso de mil sementes, mostrando a padronização e uniformidade dos lotes e categorias analisadas na presente pesquisa.

Os dados obtidos durante a pesquisa sugerem que as sementes apresentam a mesma idade biológica, ou seja, o mesmo grau de maturação não havendo relação entre a coloração do tegumento e o potencial fisiológico das sementes. Isto é evidenciado tanto pela caracterização inicial quanto pelo preenchimento das sementes das diferentes categorias, conforme podemos observar na Figura 2.

Pelas imagens radiográficas é possível visualizar que as sementes apresentam preenchimento interno semelhante em todas as categorias.

Figura 2: Categorias analisadas (A); Imagens obtidas utilizando raio x (B) (barra 1mm)



Fonte: Rios Filho, S.L.F., 2018

Ainda sobre a Figura 2 é possível visualizar que ambos os lotes apresentam sementes com colorações de tegumento distintas, sendo possível categorizá-las. Isto está relacionado com a presença de manchas escuras e tegumento cinzento. Essas manchas são observadas nas sementes escuras e intermediárias, enquanto as sementes claras não apresentam essas manchas e seu tegumento não é cinza como pode-se observar nas demais categorias.

Na tabela 2 são apresentados os valores médios de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), massa de matéria seca de plântulas (MMS), comprimento médio de plântulas (CP), emergência (E) e índice de velocidade de emergência.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as características: Germinação (G); Primeira contagem de germinação (PC); Índice de Velocidade de germinação (IVG); Massa de matéria seca de plântulas (MMS); Comprimento de plântulas (CP); Emergência (E); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Fortaleza, UFC, 2018.

Lote	Tratamento	G (%)	PC (%)	IVG	MMS (mg/pl)	CP (cm/pl)	E (%)	IVE
1	Mistura	58a	26,75a	8,60a	0,02225a	7,73a	55,5a	8,94a
	Escuras	55a	25,75a	8,09a	0,02275a	7,58a	65,5a	8,68a
	Intermediárias	55,5a	26,5a	8,04a	0,02125a	7,61a	73a	9,66a
	Claras	64a	28,25a	9,36a	0,02025a	7,75a	61a	8,55a
	CV (%)	15,32	16,01	17,22	18,83	4,53	17,92	17,58
2	Mistura	80a	39a	12,62a	0,02625a	7,87a	87,5a	13,19a
	Escuras	79a	38,25a	11,7a	0,02600a	7,75a	87a	13,5a
	Intermediárias	81,5a	39a	12,57a	0,02450a	7,84a	90,5a	14,05a
	Claras	84,5a	39,5a	12,97a	0,02625a	7,89a	89,5a	13,23a
	CV (%)	6,45	5,73	7,84	9,28	4,12	5,50	5,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Sobre a germinação não houve diferença significativa entre as categorias analisadas, variando de 55% à 64% para o lote 1 e 79% à 84,5% no lote 2. É possível observar que ambos os lotes mantiveram uniformidade verificada no processo de caracterização dessas sementes, sendo possível inferir que a diferença entre cores não interfere na viabilidade destas sementes.

Para o teste de primeira contagem também podemos observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as cores para ambos os lotes. Para o lote 1 tivemos médias que variaram entre 25,75% a 28,25%, enquanto para o lote 2 as médias variaram entre 38,25% a 39,5%. Segundo Marcos Filho *et al.* (1987) sementes de amostras que apresentam maior número de plântulas normais nesta contagem, isto é, que germinam mais rapidamente, são consideradas mais vigorosas. Para esta variável não foi possível identificar a categoria mais vigorosa, pois ambos obtiveram resultados similares, evidenciando a uniformidade do lote. Rodrigues (2016), trabalhando também com sementes de *Salvia*

hsipânica L. verificou que o teste de primeira contagem repetiu a tendência encontrada no teste de germinação, justificando que ambos os testes foram conduzidos concomitante e em condições favoráveis para as sementes por isso o mesmo desempenho.

Observa-se que para o índice de velocidade de germinação as médias não diferiram significativamente entre as cores analisadas. Para o lote 1 as médias ficaram entre 8,04 e 9,36, enquanto para o lote 2 suas médias variaram entre 11,7 e 12,97. Para Nakagawa (1994) este teste parte do princípio de que sementes mais vigorosas apresentam maior velocidade de germinação. Para esta variável não foi possível a determinação da categoria mais vigorosa, pois não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos.

Para massa de matéria seca foi obtido com os testes valores situados entre 0,0202 mg/plântula e 0,02275 mg/plântula para o lote 1, e valores entre 0,02450 mg/plântula e 0,02625 mg/plântula para o lote 2. Nesta variável nenhuma das categorias apresentou diferença significativa estatisticamente. Para este teste as amostras com maiores pesos médios de plântulas normais são consideradas mais vigorosas, porém não foi possível evidenciar isto nesta pesquisa, pois nenhuma categoria diferenciou-se da outra. Para Nakagawa (1999) as sementes mais vigorosas originam plântulas com maior peso, isso se dá devido a um maior acúmulo de matéria seca na plântula, que é resultado de uma maior transferência de massa seca dos seus tecidos de reserva para o eixo embrionário.

Para comprimento de plântulas as médias obtidas não diferiram estatisticamente e variaram entre 7,58 cm/plântula e 7,75 cm/plântula no lote 1, e 7,75 cm/plântula a 7,89 cm/plântula para o lote 2. Apesar de ser bem evidente a diferença de comprimento de plântulas quando comparadas, se faz necessário a determinação de valores numéricos para que se identifique a categoria mais vigorosa. Para Nakagawa (1999), as plântulas mais vigorosas apresentam maiores valores médios de comprimento. Com isso foi observado que nenhuma das categorias se apresenta mais vigorosa para este teste, já que não houve diferença estatisticamente significativa.

Para emergência as médias obtidas não diferiram estatisticamente entre as cores, apresentando valores entre 55,5% e 73% para o lote 1, e médias entre 87% e 90,5% para o lote 2. Para Nakagawa (1994), este teste quando conduzido na época favorável de semeadura das culturas acaba por fornecer os subsídios necessários para os cálculos relacionados a quantidade de sementes usadas para que se obtenha um estande ou uma população de plantas desejáveis. Por isso, deve ser evitada a comparação de amostras que passaram por este teste em épocas diferentes, o que não é o caso desta pesquisa já que ambas as categorias foram semeadas no mesmo período respondendo de mesma maneira em campo.

Para a variável índice de velocidade de emergência não foi observado diferença estatística significativa entre as média em ambos os lotes. As médias obtidas para o lote 1 variaram entre 8,55% e 9,66%, enquanto para o lote 2 suas médias variaram entre 13,19 e 14,05. Este teste é análogo ao teste de velocidade de germinação, sendo possível considerar como mais vigorosas as sementes que apresentam maiores velocidade de germinação. Portanto foi possível verificar uma uniformidade entre as categorias nesta variável, não sendo possível identificar a categoria mais vigorosa.

Pode inferir ainda que a absorção de água das sementes para ambos os lotes ocorre de maneira semelhante, resultando em uma ativação do metabolismo uniforme e desenvolvimento de plântulas similares. Sabe-se que o tegumento de sementes influencia de maneira direta nessa capacidade de absorção de água, pois quando há impermeabilidade do tegumento a germinação não ocorre (BRADFORD, 1995). Sendo assim a diferença na coloração do tegumento das sementes de chia não interfere na capacidade de absorção de água das sementes.

Diante dos resultados observados, pode-se inferir que não existe diferença de potencial fisiológico entre as categorias testadas na presente pesquisa, sugerindo que as sementes de diferentes categorias de tegumento apresentam estrutura semelhante. Desta forma, não se faz necessário a seleção das sementes de chia através da coloração do seu tegumento, evitando assim esta etapa no processo de beneficiamento.

5 CONCLUSÃO

Sementes de chia com diferentes colorações de tegumento apresentam potencial fisiológico semelhante entre si.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. *et al.* Emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciência Agronômica**. 41(1): 95-99. 2010.
- AL-KHATEEB, S. A. Effect of salinity and temperature on germination, growth and ion relations of *Panicum turgidum* Forssk. **Bioresource technology**, Barking v. 97, n. 2, p. 292-298, 2006.
- ALVARENGA, R. O.; MARCOS FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação do vigor de sementes de milho super doce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 488-494, 2012.
- AYERZA, R. Effects of Seed Color and Growing Locations on Fatty Acid Content and Composition of Two Chia (*Salvia hispanica* L.) Genotypes. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 87, p. 1161–1165, 2010.
- AYERZA, R; COATES, W. Chia: **Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas**. Ed. Del Nuevo Extremo S. A., Buenos Aires, Argentina. 2006.
- 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.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, Y.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. cap.3, p.351-356.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BUENO, M. *et al.* Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados em 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.
- 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.

CAHILL, J. P.; PROVANCE, M. C. Genetics of Qualitative Traits in Domesticated Chia (*Salvia hispanica* L.). **The Journal of Heredity**, Oxford, v. 93, n. 1, p. 2000–2003, 2002.

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

COATES, W. Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil- Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids. In PREEDY, V. R.; WATSON, R. R.; PATEL, V. B. (Ed) **Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**. San Diego: Academic Press, 2011. p. 309-314.

COIMBRA, R.A. *et al.* Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (sh2). **Ciência Rural**, vol. 39, n. 9, p. 2402-2408. 2009.

DI SAPIO, O. *et al.* Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 11, n. 3, p. 249–268, 2012.

FERREIRA, R. L. *et al.* Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. **Ciência Rural**, v. 43, n.7, p.1189-1195, 2013.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina - PR, v. 20, n. 1, p. 37-38, 2010.

GOMES JUNIOR, F. G. *et al.* Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SVIS. **Seed Technology**, Lincoln, v. 31, n. 6, p. 95-100, 2009.

GORAI, M.; GASMI, H.; NEFFATI, M. Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca* L. (Lamiaceae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riade, v. 18, n. 3, p. 255–260, 2011.

GORAI, M.; NEFFATI, M. Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperature. **Annals of Applied Biology**, Londres, v. 151, n. 1, p. 53–59, 2007.

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.

- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On The physiology of germination in *Salvia hispanica* L. 2. Light-Temperature Interactions-Preliminary-Results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1-2, p. 57-69, 1987b.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On The Physiology of Seed-Germination in *Salvia hispanica* L. 1. Temperature Effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1-2, p. 37-56, 1987a.
- MAIA-ALMEIDA, C.I. *et al.* Comportamento germinativo de sementes de diferentes cores de pariparoba (*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. 13(1):116-120. 2 011.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.659 p.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- 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, 2014, Bonito. **Anais**. Brasília: Embrapa, 118p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 164p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. 164p.
- NUNES, J.V.D., **Adequação de metodologias para avaliação da qualidade de sementes de chia (*Salvia hispânica* N.)**, 2017. 95 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, 2017.
- OROZCO, B.; ROMERO, M. R. La chía, alimento milenario. **Industria alimentaria (México, D.F.)**, Cidade do México, v. 25, n. 5, p. 20–29, 2003.
- 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**. 113p. Tesis (Ingeniera Agropecuaria) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2010.

- RODRIUGUES, K.K.R.P., **Manejo de cultivo e qualidade de sementes de chia**, 2016. 54 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2016.
- SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**. 22(1), p 120-126. 2000.
- SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Utilização de análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.
- SILVA, V. N.; DOTTO, L. Análise de imagens para avaliação do crescimento de plântulas de arroz. **Agrarian Academy**, Goiânia, v.4, n.7; p. 39, 2017.
- VILHANUEVA, M. P.; CASTRO JUNIOR, A. A.; RODRIGUES, E. S. C.; RODRIGUES, F. A. Análise de Imagens: Método Alternativo de Mensuração do Comprimento de Plântulas para testes de vigor. **Congresso Nacional de Agroinformática**, 10., 2015, Ponta Grossa.
- WEBER, C. W.; GENTRY, H. S; KOHLHEPP, E. A.; MCCROHAN, P. R. The nutritional and chemical evaluation of Chia seeds. **Ecology of Food and Nutrition**, New York, v. 26, n. 2, p. 119–125, 1991.
- WEBER, H.; SREENIVASULU, N.; WESCHKE, W. Molecular physiology of seed maturation and seed storage protein biosynthesis. **Plant Developmental Biology**, v.2, p.83-104, 2010.
- 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.