

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia
(*Salvia hispanica L.*)**

Maria Johana González Vera

Pelotas, 2015

Maria Johana González Vera
Engenheira Agrônoma

Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia
(*Salvia hispanica L.*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Geri Eduardo Meneghello
Co-orientadora: Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Co-orientadora: Jadiyi Concepcion Torales Salinas

Pelotas, Março 2015

Catalogação na fonte
Gabriela Machado Lopes CRB: 10/184

G643m González Vera, Maria Johana

Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia (*Salvia hispanica L.*) /: Maria Johana González Vera; Geri Eduardo Meneghello, orientador ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes e Jadiyi Concepcion Torales Salinas, coorientadores - Pelotas, 2015.

52 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Contagens 2. Luz. 3. Escuro. 4. Temperatura 5. Vigor I. Meneghello, Geri Eduardo, orient. II. Título

CDD : 631.521

Universidade Federal de Pelotas

Maria Johana González Vera
Engenheira Agrônoma

**Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia
(*Salvia hispanica* L.)**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30/03/2015

Banca examinadora:

Dr. Geri Eduardo Meneghello (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga De Tunes
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Francisco Amaral Vilella
Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria Ângela André
Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo

Dra. Caroline Jácome Costa
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

“A meus pais Angel González e Elida Vera pelo sacrifício que fizeram para que eu pudesse lograr os meus objetivos e alcançar meus sonhos”

Johana

Agradecimentos

A Deus, por guiar os meus passos, me fortalecer e permitir concluir esta etapa.

Meus pais, pela ajuda incansável de todos os dias, pelo apoio na decisão de deixar o país para alcançar meus objetivos.

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção (FCA-UNA), pela confiança na minha capacidade e conceder autorização para a realização do curso de mestrado.

À Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, por abrir a porta para poder aprender e desenvolver-me na área.

Ao INBIO, pela ajuda financeira para a realização deste curso de mestrado.

Dr. Geri Meneghelli, meu orientador pelo apoio desde o dia em que cheguei em Pelotas, como amigo, conselheiro e professor, graças a quem estou concluindo com êxito o mestrado.

À Profa. Dra. Lilian Madruga e à Dra. Jady Torales que me orientaram e me ajudaram incansavelmente tudo que eu precisava para o desenvolvimento desta pesquisa.

Prof. Dr. Francisco Villela, pela ajuda em tudo quanto eu precisei, pelos conhecimentos compartilhados e pela amizade.

Prof. Dr. Lider Ayala, Ing. Agr. Yesmina Lezcano, Fatima Bareiro, Ing. Agr. Tania Fariña, quem me animaram tanto no início e até na conclusão desta etapa.

Ing. Agr. Diego, pela paciência, amor, amizade e incentivo para continuar até atingir a meta de obter o título de doutor em ciências.

Meus irmãos / a, sobrinhos e afilhado, que são meus motivos de alegria.

Amanda Duquia e família, quem se tornaram a minha família, a quem eu vou guardar no meu coração para sempre.

Alex Leal, Pedro Alves, Alexandre Dutra, Tamira Flor, Daniel Bali, pela amizade e belos momentos compartilhados.

Andrés Monge, pela ajuda incansável de todos os dias, pela amizade e carinho.

Andrea Martins, Manoela Andrade, pessoas que estiveram em todos os momentos, especialmente nos piores, ajudando com a boa vontade e fazer os meus dias mais fáceis e pelas muitas noites de risos.

Daysi, pela amizade, quem me acolheu e deu os primeiros passos importantes.

Meus colegas, pela amizade e atenção. Agradeço pelos valiosos conselhos, conversas e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho, pois não foram poucas as vezes que recorri e pedi enriquecendo-me nas experiências.

“Pedi, e vos será concedido; buscai, e encontrareis; batei, e a porta será aberta para vós. “Pois todo o que pede recebe; o que busca encontra; e a quem bate, se lhe abrirá”

MATEUS 7:7-8

“O preço do sucesso é trabalho duro, dedicação ao trabalho que você está fazendo, e a determinação de que, ganhando ou perdendo, temos aplicado o melhor de nós mesmos para a tarefa à mão”

VINCE LOMBARDI

Resumo

VERA Maria Johana González. **Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia (*Salvia hispanica L.*)** 2015. 55f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A *Salvia hispanica* L. pertence à família Lamiaceae, é nativa do México e conhecida popularmente como "chia". Os frutos, erroneamente chamados de sementes, possuem diversos usos medicinais, culinário, artístico e religioso que tornaram a cultura importante, especialmente no aspecto nutricional em razão do alto teor de ácidos graxos ômega-3. Atualmente, inexistem metodologias para avaliar a germinação das sementes da espécie *S. hispanica* nas regras da ISTA (*International Seed Testing Association*) e nas Regras para Análise de Sementes, sendo utilizadas como referência outras espécies do mesmo gênero. O objetivo de estabelecer procedimentos metodológicos para realização do teste de germinação em sementes de *Salvia hispanica* L. Foram utilizados sete lotes de sementes de chia que foram submetidas a seis regimes de temperatura (20 °C; 25 °C, 30 °C; 20-30 °C; 15-35 °C; 20-35 °C) na presença e na ausência de luz. Utilizou-se semeadura em gerbox, utilizando-se substrato sobre papel. Foram realizadas contagens diárias para determinar as épocas adequadas para realizar as avaliações. Avaliou-se Germinação, Primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, velocidade de germinação, coeficiente de velocidade de emergência e emergência de plântulas. Os resultados permitem concluir que as sementes de *S. hispanica* L. apresentam comportamento indiferente à luz, as contagens no teste de germinação devem ser realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura e que as temperaturas mais adequadas para realização do teste de germinação são constantes de 20 °C e alternadas de 20-30 °C.

Palavras chave: contagens; luz; escuro; temperatura; vigor.

Abstract

VERA Maria Johana González. **Methodology for conducting germination tests in chia seeds (*Salvia hispanica L.*)** 2015. 55f. Thesis (Master of Science) - Post-Graduate Program in Seed Science and Technology, College of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2015.

Salvia hispanica belongs to the Lamiaceae family, is native to Mexico and popularly known as "chia". The fruits wrongly called seeds, have many medicinal, culinary, artistic and religious uses that have made important this crop, especially in the nutritional aspect due to the high content of fatty acids like omega-3. Currently there are no analysis methodologies to evaluate the germination of *S. hispanica* seeds in the ISTA (International Seed Testing Association) rules or RAS (*Regras para Análise de Sementes*) rules, being used as a reference other species of the same genus. The objective of this study was to establish methodological standards for conducting the germination test in *S. hispanica* seed. Seven lots of chia seeds were used that were subjected to six different temperatures (20 ° C, 25 ° C, 30 ° C; 20-30 ° C; 15-35°C, 20-35°C) in the presence and absence of light. Seeding was made in gerbox boxes, using the substrate on paper. Daily counts were made to determine the appropriate times to perform the evaluations. Germination, First count of germination, IVG, GV, CVG and Emergency were evaluated. The results showed that the seeds of *S. hispanica* L. feature light the indifferent behavior , the counts in the germination test should be conducted at four and seven days after sowing and the most suitable temperature for performing the germination test are constant 20 ° C and 20-30 ° C alternating .

Key words: counts; ligh; darkness; temperature; vigor.

Lista de Figuras

Figura 1 Germinação acumulada (%) de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., sob temperatura constante de 20 °C.....	31
Figura 2 Germinação acumulada (%) de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., sob temperaturas alternadas de 20 - 30 °C.....	31

Lista de Tabelas

Tabela 1	Composição química e energética de sementes de seis espécies agrícolas.....	18
Tabela 2	Composição química (% b.s.) de sementes de cinco espécies...	19
Tabela 3	Dados sobre a produção de chia nos principais países exportadores.....	19
Tabela 4	Germinação (%) de sete lotes de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., submetidas a diferentes temperaturas, em presença e ausência de luz. FAEM/UFPel, 2015.....	32
Tabela 5	Germinação (%) de sete lotes de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., submetidas a diferentes temperaturas na presença de luz. FAEM/UFPel, 2015.....	34
Tabela 6	Primeira contagem de germinação (%) de sete lotes de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., em diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, 2015.....	37
Tabela 7	Germinação (%) e desempenho em testes de vigor de quatro lotes de sementes de <i>Salvia hispanica</i> L., em diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, 2015.....	39

Lista de Abreviaturas e Siglas

G	Germinação
E	Emergência
PC	Primeira contagem
VG	Velocidade de germinação
IVG	Índice de velocidade de germinação
CVG	Coeficiente de velocidade de germinação
FAEM	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
ISSO	<i>Organización Internacional de Normalización</i>
UMA	<i>Universidad Nacional de Asunción</i>
FCA	<i>Facultad de Ciencias Agrarias</i>
ISTA	<i>International Seed Testing Association</i>
AOSA	<i>Association of Official Seed Analysts</i>
ABRATES	<i>Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes</i>

Sumário

1. Introdução.....	13
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Origem e nomenclatura botânica.....	15
2.2 Caracterização Morfológica.....	16
2.3 Generalidades do cultivo.....	16
2.4 Uso das sementes.....	18
2.5 Composição química de sementes de chia.....	18
2.6 Superfície e produção de Chia nos principais países produtores.....	19
2.7 Qualidade das sementes.....	19
2.8 Validação de metodologias	20
2.9 Fatores que afetam a germinação.....	21
3. Material e Métodos.....	26
3.1 Local e período de execução	26
3.2 Pré-teste.....	27
3.3 Tempo e regime de luz.....	27
3.4 Germinação.....	27
3.5 Primeira contagem de germinação	27
3.6 Velocidade de germinação.....	28
3.7 Índice de velocidade de germinação:.....	28
3.8 Coeficiente de velocidade de emergência.....	28
3.9 Emergência de plântulas.....	28
3.10 Procedimentos estatísticos.....	28
4. Resultados e Discussão.....	30
5. Conclusões.....	41
Referências.....	42

1. INTRODUÇÃO

A *Salvia hispanica* L. é uma planta herbácea anual pertencente à família Lamiaceae. Possui como provável centro de origem as áreas montanhosas do oeste e centro do México. É conhecida por vários nomes comuns: "sálvia espanhola", "artemisa espanhola", "chia mexicana", "chia preta" ou simplesmente "chia", o mais utilizado em todo o mundo (BELTRÁN-OROZCO; ROMERO, 2003).

As sementes de chia são recursos naturais de origem vegetal com maior teor de ácidos graxos conhecido até hoje, com destaque para o ácido alfa linolênico (ômega 3) e ácido linoléico (ômega 6), que são ácidos graxos essenciais para o ser humano, que não é capaz de realizar a biossíntese e, portanto, deve ser fornecido pela dieta (JIMÉNEZ et al., 2013).

Nutricionalmente, as sementes de chia oferecem outras vantagens em termos de proteínas, lipídios, carboidratos e fibras, cujos teores são significativamente maiores do que é encontrado nos cereais mais importantes do mundo (milho, trigo, arroz, cevada e aveia) (BUSILACCHI et al., 2013). Por todas estas vantagens e pela relativa facilidade de produção, o consumo e a demanda por essas sementes têm crescido fortemente nos últimos anos, o que desencadeou o aumento da produção de sementes dessa cultura. Devido à sua grande importância como produto dietético-medicinal, atualmente a demanda superou a oferta e considerando os bons preços do mercado é necessário melhorar o desempenho e a produtividade para garantir retorno econômico.

A qualidade das sementes tem influência sobre a produção de culturas de todas as espécies agrícolas cultivadas, afetando o estabelecimento, desenvolvimento e desempenho. Para ter sucesso na produção é preciso usar sementes de alta qualidade, para com isso garantir emergência rápida e uniforme de plântulas a partir de cada semente.

Para conhecer a qualidade física e fisiológica de um lote de sementes para fins de semeadura, armazenamento e comercialização, torna-se necessária a realização de análises cujos procedimentos estão descritos e padronizados para maioria das espécies comerciais nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). No entanto, não há metodologia para realização do teste de germinação para a espécie *S. hispanica* L., que também não é referenciada nas Regras da ISTA - *International Seed Testing Association* (ISTA, 2003) e atualmente são utilizadas como referência outras espécies do mesmo gênero para avaliar germinação, pureza física, entre outros atributos para qualidade das sementes.

Porém para assegurar a eficiência dos procedimentos das metodologias é necessário estabelecer critérios, cuja descrição deve ser clara e completa, devem propiciar exatidão, robustez e precisão (reprodutibilidade e repetibilidade).

Segundo Stockman et al. (2007), a temperatura e o substrato são fatores fundamentais para o teste de germinação. As sementes apresentam diferentes respostas fisiológicas, em diferentes substratos e temperaturas analisados. Aconselha-se, assim, estudar estes fatores na germinação, criando base para a análise de germinação das sementes de diferentes espécies.

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de estabelecer procedimentos metodológicos para realização do teste de germinação em sementes de *Salvia hispanica* L.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e nomenclatura botânica

Etimologicamente, o nome *Salvia hispanica* L. deriva de SAGE, que vem do latim "salvus" que significa "saúde" ou salvo, o que representa "cura", aludindo às propriedades medicinais das plantas deste gênero e HISPANICA: epíteto latino significando "Hispania".

A *S. hispanica* L., comumente conhecida pelo nome de "chia", é nativa das regiões montanhosas do oeste e região central do México (BELTRÁN-OROZCO; ROMERO, 2003) cuja maior diversidade genética ocorre na vertente do Pacífico (CAHILL, 2004).

Rodriguez-Vallejos (1992), afirma que foram encontrados registros do cultivo de chia no Vale do México, entre 2.600 e 900 a.C pelas civilizações Teotihuacanas, Toltecas e Aztecas. Naquela época, era considerada um dos principais alimentos junto com a quinoa, amaranto, milho e algumas variedades de feijão, além de ser utilizada na preparação de tintas e de medicamentos (BUSILACCHI et al., 2013).

Com a chegada dos espanhóis, o uso de chia foi proibido por causa da estreita associação com cultos religiosos, razão pela qual foi praticamente dizimada à 500 anos e substituída por espécies exóticas, como o trigo, a cevada e o arroz (ENGEL, 1987). No entanto, segundo Ayerza e Coates (2005), a espécie sobreviveu à perseguição dos conquistadores devido à conservação de algumas tradições pré-colombianas por pequenos grupos de descendentes das nações Nahua.

Atualmente, a chia é cultivada em vários países, incluindo Austrália, México, Argentina, Equador, Bolívia, Peru, Paraguai, Guatemala, Colômbia e Sudeste da Ásia, entre outros (JAMBOONSRI et al., 2012; De KARTZOW, 2013).

2.2 Caracterização morfológica

A chia apresenta folhas simples, opostas, inteiras, púberes, forma oval-elíptica, com 8-12 cm de comprimento e 4-7 cm de largura, base cuneada, ápice agudo, curto, pecíolo com 1-3 cm, margem dentada serrilhada e nervuras proeminentes na parte inferior (DI SAPIO et al., 2012). O tronco ramificado mede entre 1,0 e 1,5 m de altura, com aspecto quadrangular e pubescência branca (FAO, 1992).

As flores produzidas em espigas terminais ou axilares, são de cores roxas e brancas e crescem em forma de um ramo que produz uma cápsula com 20-30 flores por planta (MARTINEZ, 1994). Presume-se que a chia seja alógama e entomófila, cujos frutos, equivocadamente chamados de "sementes", sejam normalmente esquizocarpos, formados em grupos de 1-4 cápsulas, indeiscentes, monospérmicos, ovais, lisos e brilhantes. Ao serem embebido em água, os frutos dão origem a um líquido gelatinoso devido à presença de mucilagem na superfície, tamanho aproximado de 1-1,2 mm de largura e 2-2,2 mm de comprimento, caracterizado pela mistura de diferentes tonalidades de cores como preto e cinza, com manchas irregulares, avermelhadas e marrons alguns brancos. As razões para a presença de cores diferentes são desconhecidas (AYERZA; COATES, 2005, 2006; ROVATI et al., 2012). O sistema radicular é formado por uma raiz principal muito ramificada e fibrosa (BARROS; BUENROSTRO, 1997).

2.3 Generalidades do cultivo

A chia é sensível ao fotoperíodo (SANTANA, 2013), requer radiação solar abundante, frio à noite e necessita de incidência direta de luz para frutificar (PASCUAL-VILLALOBOS et al., 1997). A temperatura mínima é de 11 °C, a máxima 36 °C e a ótima de 18-26 °C. A umidade relativa do ar requerida varia de 40 a 70 %. A estação de crescimento depende da latitude em que ocorre o cultivo; assim, por exemplo, quando cultivada em La Union (Valle del Cauca, Colômbia), tem um ciclo de crescimento de 90 dias, enquanto que em El Carril (Salta, Argentina) (33°14'S, 61°2'W) é de 150 dias. Em latitudes maiores, como Choele-Choel (39°11'S, Argentina) e Tucson (32° 14'N, Estados Unidos), não produz sementes e a planta morre pela geada antes do final da floração (COATES; AYERZA, 1996).

Quanto ao solo, a espécie prefere textura arenosa-argilosa, embora possa se desenvolver em locais com solo franco argiloso com boa drenagem. Requer boa umidade para germinar, mas, uma vez estabelecida, tolera bem a limitação de água. Pode ser cultivada em locais cuja precipitação pluvial ao longo do ciclo varie de 400 mm até 1.100 mm de chuva (CAHILL, 2003).

A cultura cresce bem em solos contendo grande variação nos níveis de nutrientes, mas os principais são: matéria orgânica 7 %; nitrogênio 2,8 % a 3 %; fósforo 2,3 % a 2,5 %; potássio 2,6 % a 3 %; cálcio 2,5 % a 3 %; magnésio 0,6 % a 0,8 %; enxofre 0,42 % a 0,6 %; boro 40-56 (mg.L^{-1}); zinco 250-280 (mg.L^{-1}); cobre 50 a 68 (mg.L^{-1}) e manganês 340 a 470 (mg.L^{-1}) (AYERZA; COATES, 1998, 2006). A faixa de pH adequada situa-se entre 6,5 e 7,5 e o cultivo pode ser realizado nas altitudes entre 0 e 2600 msnm. (POZO, 2010).

Para a semeadura, são necessários cerca de 8 kg.ha^{-1} de sementes, o espaçamento entre plantas é de 5-6 cm e entre linhas 60-70 cm e a profundidade de semeadura deve ser de 3 cm, com população de 330.000 pl. ha^{-1} .

A ramificação começa 30 ou 40 dias após a semeadura. As primeiras espigas são formadas aos 60 dias (MARTINEZ, 1994) e a maturação é característica aos 120 dias com cor café nas espigas (AYERZA; COATES, 2006).

A colheita pode ser realizada manualmente ou através da adaptação das colhedoras convencionais. Após a colheita, é aconselhável realizar ventilações com ar aquecido até 40 °C, sendo que temperaturas maiores podem causar a desnaturação de proteínas presentes nas sementes. Recomenda-se realizar o armazenamento das sementes em local seco, com umidade relativa do ar maxima de 60% de umidade relativa (CAHILL, 2003). O momento adequado para a realização da colheita, a planta apresenta 80 % das folhas com coloração escura, secas ou mortas (MIRANDA, 2012).

As sementes podem manter o poder germinativo por um período de cinco anos, mas, com o passar do tempo, ocorre redução da capacidade germinativa, sendo recomendável não exceder dois anos para sua utilização (POEHLMAN, 1998).

2.4 Uso das sementes

A Associação Celíaca Argentina aprovou o uso de sementes de chia em pacientes com doença celíaca, pois sua proteína não contém glúten, ao contrário de outros cereais (BUSILACCHI et al., 2013).

Os grãos podem ser moídos para preparar farinha e os brotos novos podem ser comidos crus ou cozidos como vegetal em saladas. Além de serem sementes com alto teor de óleo comestível, o mesmo pode ser utilizado na fabricação de tintas ou como um substituto do óleo de linhaça. Óleos de folha podem ser úteis em fragrâncias e especiarias ou, eventualmente, como pesticidas, porque muitos insetos parecem evitar a planta (PASCUAL-VILLALOBOS et al., 1997).

2.5 Composição química de sementes de chia

Nas Tabelas 1 e 2, podem ser observadas as diferenças na composição nutricional entre a chia e outras espécies agrícolas, sendo que a chia apresenta valores mais elevados de energia, proteínas, fibras e cinzas, e menor quantidade de carboidratos em comparação a outros cereais e pseudocereais.

Tabela 1 - Composição química e energética de sementes de seis espécies agrícolas

Grão	Energia kcal.100g ⁻¹	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Fibra (%)	Cinzas (%)
Arroz	358	6,5	79,1	2,8	0,5
Cevada	354	12,5	73,5	17,3	2,3
Aveia	389	16,9	66,3	10,6	1,7
Trigo	339	13,7	71,1	12,2	1,8
Milho	365	9,4	74,3	3,3	1,2
Chia	550	19-23	9-41	18-30	4-6

Fonte: United States Department of Agriculture (2002); Ayerza e Coates (2004); Diario oficial de la Unión Europea (2009) (citados por Capitani 2013)

Tabela 2 - Composição química (% b.s.) de sementes de cinco espécies

Espécie	Proteínas (%)	Carboidratos +fibra (%)	Cinzas (%)
Quínoa	14,1	72,5	3,4
Amaranto	16,2	71,5	3,3
Gergelim	25,8	22,7	4,7
Linho	17,9	38,1	3,9
Chia	29,0	34,0	5,0

Fonte: Ruales y Nair (1992); Loubes y col. (2012); Elleuch y col. (2007); Bozan y Timelli (2008); Ixtaina (2010) (citados por Capitani 2013)

A semente de chia representa uma importante alternativa para incluir na dieta, mesmo não podendo ser aproveitadas como os cultivos mais comuns (arroz, milho, trigo) as quais são consumidos de forma diária. Esta cultura se converteu numa competência nutricional muito forte e apresenta melhores teores de proteínas e carboidratos em comparação com outros pseudocereais.

2.6 Superfície e produção de Chia nos principais países produtores

O maior produtor mundial de chia atualmente é a Argentina, com uma produção de 4.550 ton. No entanto o maior rendimento médio é obtido no México com 1,27 t.ha⁻¹ e a menor produtividade ocorre no Paraguai com 0,47 t.ha⁻¹, como pode se observar na Tabela 3.

Tabela 3. Dados sobre a produção de chia nos principais países exportadores

País	Superfície (ha)	Produção (t)	Rendimento (t.ha ⁻¹)
Argentina	7.000	4.550	0,65
Austrália	3.000	3.600	1,20
México	2.720	3.449	1,27
Bolívia	3.000	1.460	0,49
Paraguai	3.000	1.400	0,47
Equador	500	300	0,60
Peru	100	60	0,60

Fonte: (De Kartzow, 2013)

Os resultados apresentados podem ser atribuídos as diferenças existentes entre a tecnologia implementada por países como Argentina, Austrália e México os quais são mais avançadas do que a tecnologia adoptada por países em

desenvolvimento, nos quais este tipo de cultivo é produzido unicamente por pequenos produtores e geralmente até colheita feita de forma manual.

2.7 Qualidade das sementes

A qualidade das sementes pode ser definida como o conjunto de todos os atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários que caracterizam um lote de sementes, que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. A semente pode ser analisada sob todos estes aspectos e por sua capacidade de desempenhar funções vitais, sendo caracterizada pela longevidade, pelo poder germinativo e pelo vigor (BEWLEY; BLACK, 1994; FOSSATI, 2007; PESKE et al. 2012).

O atributo físico é uma característica que reflete a composição física ou mecânica de um lote de sementes. Através desse atributo, tem-se a informação do grau de contaminação do lote com sementes de plantas daninhas, de outras espécies e material inerte. Um lote de sementes com alta pureza física é um indicativo de que como o campo de produção foi bem conduzido e que a colheita e o beneficiamento foram eficientes (PESKE et al., 2012).

Tecnólogos de sementes têm procedimentos ou técnicas analíticas e padrões para a avaliação dos diferentes componentes da qualidade. Associações como ISTA (*International Seed Testing Association*), AOSA (*Association of Official Seed Analysts*) e ABRATES (*Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes*) realizam pesquisa buscando padronizar técnicas e metodologias de análise entre países e laboratórios, estabelecendo regras e guias práticos. Da mesma forma, universidades e outras instituições de pesquisa trabalham no sentido desta padronização. Estas orientações exigem pessoal treinado e equipamento adequado para a sua interpretação e aplicação (SANCHEZ; FERGUSON, 1986).

2.8 Validação de metodologias

Existe grande preocupação por parte de pesquisadores e analistas de sementes em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, agilização e estabelecimento de métodos de análises mais eficientes (BRASIL, 2009).

A padronização de métodos deve ser constantemente reavaliada mediante aplicação de testes de referência, de testes alternativos e da determinação de novas metodologias. As Regras para Análise de Sementes são revisadas para espécies já relacionadas e para a incorporação de outras espécies (FORMOSO; ANDRADE, 1988; ANDRADE, 1999).

Para Waeny (1980), a utilização de lotes com níveis de qualidade diferentes no processo de validação de metodologias é necessária, porque a metodologia ideal deve ser robusta para suportar condições adversas de aplicação e, também, ser precisa e exata para detecção de diferenças sutis de qualidade.

De acordo com a *Organización Internacional de Normalización* (ISO) 17025 (2005), a validação é realizada para confirmar a técnica específica utilizada para uso posterior dos exames e provas objetivas. De acordo com este princípio, um laboratório pode validar métodos não padronizados que seja projetado e desenvolvido. Para isso, deve registrar os resultados, declarar o método utilizado, que devem ser verificados periodicamente para garantir sua eficiência.

A *International Seed Testing Association* (ISTA), para assegurar a padronização de metodologias para o comércio internacional de sementes, estabeleceu critérios de validação de metodologias em um protocolo elaborado em 2002. Para a avaliação do processo de validação dessas metodologias, a ISTA propõe o desenvolvimento de uma análise padrão, considera a utilização de algumas técnicas estatísticas, mas que não restringe a proposição de novos procedimentos (ISTA, 2007).

2.9 Fatores que afetam a germinação

O teste de germinação tem como objetivo fornecer informações sobre a qualidade fisiológica das sementes. Esses dados podem ser utilizados na seleção de lotes para armazenamento, comercialização e semeadura. Ele tem dois princípios básicos: fornecer condições ideais para a germinação das sementes e padronização da metodologia. O conhecimento destes princípios na condução dos testes é capaz de avaliar as sementes e fornecer dados reais sobre seu potencial de cultivo, e evitar, desta forma, que o produtor tome decisões baseado na intuição, experiência ou mesmo na aparência, o que acarreta, na maioria das vezes, prejuízos financeiros relevantes (CASTRO et al., 2005)

Segundo Baskin e Baskin (1998), os estudos de germinação ampliam os conhecimentos fisiológicos relacionados à resposta a fatores ambientais e causas de dormência. Além disso, o teste de germinação permite conhecer o desenvolvimento do embrião e das plântulas; e verificar o estádio de maturação das sementes. Peske e Barros (2001) denotam a importância dos atributos fisiológicos da qualidade das sementes, pois envolvem o metabolismo da semente e sua capacidade para expressar o seu potencial em relação aos processos de germinação e vigor.

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento da cobertura protetora pela raiz primária. Entretanto, para os tecnologistas de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (MARCOS FILHO, 2005).

Do ponto de vista fisiológico, durante a germinação, a semente viável sai do estado de repouso e entra em atividade metabólica, levando ao crescimento do embrião (LABOURIAU, 1983).

Höfs et al. (2004) descrevem a germinação como uma sequência de reações bioquímicas em que substâncias de reserva são desdobradas, transportadas e ressintetizadas no eixo embrionário. O processo germinativo inicia-se com a absorção de água pelas sementes e culmina com o alongamento do eixo embrionário (BEWLEY, 1997; EGLEY, 1999).

Brasil (2009) e ISTA (1993) definem a germinação como a emergência e o desenvolvimento da plântula até alcançar um estado que permita indicar a capacidade desta em transformar-se em uma planta, sob condições favoráveis no solo (LUCCA; REIS, 1995).

A germinação em geral é afetada por fatores internos e externos. Os internos são intrínsecos da semente, como a longevidade e viabilidade; os fatores externos estão relacionados às condições ambientais como a temperatura, disponibilidade de água e oxigênio (GALINDO et al., 2012).

Machado e Cícero (2002) afirmam que a resposta das sementes ao ambiente é variável entre espécies, motivo pelo qual há necessidade da padronização. Para a ocorrência da germinação, a semente viva e não dormente necessita dispor de condições ambientais favoráveis como as propiciadas nos laboratórios de sementes,

onde se tem o controle de temperatura, substrato, água e luz (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

Esse controle torna-se importante para avaliar a qualidade de um lote de sementes, seja para valorar as sementes para comercialização, criarem métodos padronizados que forneçam dados precisos, confiáveis e sejam passíveis de replicação em outros laboratórios (LIMA JUNIOR, 2010).

2.9.1 Temperatura

No processo de germinação, a temperatura é considerada um dos fatores mais importantes, porque afeta a velocidade, a uniformidade e a porcentagem de germinação das sementes (VIVIAN et al., 2008).

Estudando a influência da temperatura na germinação, Copeland (1961) e Raven et al. (1996) enfatizaram a necessidade de determinar, para as diferentes espécies, as temperaturas extremas, acima e abaixo das quais as sementes não germinam. A germinação somente ocorre dentro destes limites de temperatura e será tanto mais rápida e eficiente quanto mais tempo esta permanece próxima ao valor ótimo para cada espécie (CASTRO; VIEIRA, 2001).

A temperatura ótima para ocorrência da germinação pode variar em função da condição fisiológica da semente, podendo ser diferente para sementes recém-colhidas e para sementes mais velhas, dentro da mesma espécie (MACHADO et al., 2002).

Em algumas espécies pode-se observar maior porcentagem de germinação em temperaturas constantes em relação a temperaturas alternadas, e, vice-versa. Em seu *habitat* natural, as sementes não são expostas a temperaturas constantes, por isso, o uso de temperaturas alternadas no laboratório pode simular essa condição ambiental. As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) recomendam 8 horas na temperatura mais alta e 16 horas na temperatura mais baixa, quando há indicação de se empregar temperaturas alternadas.

Segundo Baskin e Baskin (1998), quando se empregam temperaturas alternadas a diferença entre a maior e a menor temperatura precisa ser de 10 °C ou mais para se ter elevada porcentagem de germinação das sementes.

Aquelas sementes de espécies que conseguem germinar em faixas mais amplas de temperatura geralmente apresentam maior capacidade de estabelecimento

em campo, o que se pode converter numa vantagem em relação às espécies que apresentam germinação em faixas de temperaturas mais estreitas (FANTI, 2001).

2.9.2 Água

A presença de água é condição básica para que aconteça a germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Com a absorção de água, ocorre a reidratação dos tecidos e, consequentemente, a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que culminam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A água, além de iniciar o processo de germinação, está relacionada direta ou indiretamente. A todas as etapas do metabolismo subsequente, sendo imprescindível nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídios, presentes nos tecidos de reserva da semente (MARCOS FILHO, 2005).

A quantidade de água depende de cada espécie e do tipo de substrato utilizado. As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) recomendam para a maioria das espécies, a utilização de volume de água equivalente a 2,0 - 3,0 vezes a massa do substrato seco. No substrato areia, a quantidade ótima de água depende da granulometria, adicionando-se a água até 60% da capacidade de retenção (areia).

2.9.3 Luz

Além dos fatores fundamentais, como umidade, temperatura e oxigênio, abordados anteriormente, os efeitos da luz também merecem ser identificados. Com respeito a esse fator, Rosa e Ferreira (1999) indicam que muitas espécies normalmente germinam tanto no escuro como na presença de luz, indistintamente. Entretanto, Baskin e Baskin (1998) ressaltam a importância da luz na promoção da germinação das sementes.

Existe uma diversidade de comportamentos quanto a germinação das sementes em resposta à presença ou ausência de luz. Neste sentido, as sementes podem ser classificadas como fotoblásticas positivas (germinam melhor na presença de luz), negativas (germinam melhor na ausência de luz) e neutras (indiferentes à luz

para germinar); a maioria das espécies apresentam esta última característica (POPINIGIS, 1985; TAKAKI, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2004; SILVA, 2004).

Segundo Majerowicz; Perez (2004), a luz é um fator que pode estimular ou inibir a germinação das sementes, pois as plantas percebem e respondem à luz através de fotorreceptores denominados fitocromos, que tem a função de captar a luz e que desencadeia, através da via de transdução de sinais, respostas metabólicas que dão início ao processo germinativo das sementes.

2.9.4 Substrato

Com relação ao substrato, a escolha apresenta-se como um fator importante na condução de um teste de germinação, podendo favorecer ou prejudicar o processo. Fatores que devem ser levados em consideração para sua escolha são: tamanho da semente, já que esta característica definirá à quantidade de água a ser utilizada, facilidade que o mesmo oferece para realização das contagens e avaliação das plântulas. Os substratos recomendados são papel, a areia e o solo, sendo os dois primeiros os mais comumente utilizados (BRASIL, 2009).

O substrato deve manter proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (ANDRADE et al., 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de execução: O trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas / RS / Brasil, no período de maio de 2014 a fevereiro de 2015.

Foram utilizadas 0,5 kg de sementes de Chia (*Salvia hispânica* L.) de sete lotes adquiridas em comércios agrícolas no Paraguai.

Inicialmente, realizou-se divisão da amostra visando obter a amostra de trabalho, adotando o método mecânico. Utilizou-se um divisor de solo, através da qual se obteve uma amostra media, homogênea e representativa de cada lote. O procedimento seguiu a metodologia estabelecida nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para *S. officinalis* L. Posteriormente, realizou-se a análise de pureza física, determinação da umidade e avaliação do peso de mil sementes. Para a análise de pureza física, foram pesadas 20 gramas de sementes e classificadas em três componentes: semente pura, material inerte e outras sementes. A porcentagem de cada componente foi determinada em relação à massa total da amostra.

O objetivo da realização da análise de pureza física foi garantir que o teste de germinação fosse realizada somente com a fração semente pura.

A umidade foi determinada de acordo com a metodologia proposta para introdução de novas espécies mencionada nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), adotando temperatura de 103 +- 2 °C, por 17 horas. Foram tomadas duas repetições de 5 gramas para cada lote de sementes, pesados em cápsulas de alumínio e colocados em estufas a temperaturas anteriormente especificadas. Após o período estabelecido, as cápsulas foram removidas da estufa e colocadas em um dessecador por 30 minutos para reduzir a temperatura das amostras sem absorção de umidade. Finalmente os recipientes foram pesados e os resultados obtidos expressados em percentagem.

O peso de mil sementes foi determinado utilizando oito repetições de cem sementes para cada lote. Cada repetição foi pesado individualmente e a média foi usada para obter o resultado, expressa em gramas.

3.2 Pré-teste: As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) apresentam instruções adicionais para outras espécies do gênero *Salvia*, indicando pré-esfriamento a temperatura de 5-10 °C por um período de até sete dias, ou mais se necessário, e testar na temperatura mais baixa indicada, como método alternativo. Este teste foi realizado para verificar presença de dormência nas sementes.

3.3 Temperaturas e regime de luz: Avaliou-se o efeito de três temperaturas constantes (20 °C, 25 °C, 30 °C) e três temperaturas alternas (20-30 °C, 20-35 °C e 15-35 °C). Sendo cada uma combinada com a presença e ausência de luz durante o período de avaliação.

3.4 Germinação: Para a realização do teste, foram utilizadas 200 sementes por repetição divididas em quatro suba mostras de 50 sementes, semeadas em caixas gerbox, utilizando como substrato duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas foram primeiramente desinfetadas com hipoclorito de sódio a 10% e álcool a 70%, de modo a minimizar a incidência de patógenos. Posteriormente, foram colocadas na câmara de germinação nas condições correspondentes a cada temperatura. As avaliações das sementes germinadas foram realizadas diariamente até 21 dias. O reumedecimento do substrato foi realizado conforme à necessidade , com o objetivo de que a umidade fosse mantida constante. Foram consideradas plântulas normais aquelas que apresentavam desenvolvimento normal de todas as estruturas essenciais. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

Optou-se por utilizar um único tipo de substrato, sobre papel, por ser o mais utilizado em sementes pequenas, e por ser recomendado para outras espécies do mesmo gênero.

3.5 Primeira contagem de germinação: Foi realizada conjuntamente com o teste de germinação. A definição do período de realização deste teste e da própria avaliação

do teste de germinação foi possível mediante contagens diárias e observação do período em que ocorreu o período inicial de germinação. Para a contagem final, considerou-se o dia em que foi observado o último incremento na germinação.

Para os tratamentos com ausência de luz, realizou-se contagem única, para garantir que a luz não interferisse no processo, mesmo que por curto período. Esta condição foi obtida mediante a utilização de uma folha de papel alumínio na parte externa das caixas gerbox. O experimento com a ausência de luz foi realizado com intervalo de uma semana para permitir a realização da contagem em um período equivalente entre os tratamentos. Depois desta contagem, as sementes permaneceram em avaliação para garantir que não haveria incremento na germinação.

3.6 Velocidade de germinação: Nas mesmas unidades experimentais utilizadas na análise de germinação, foi contabilizado o número de sementes germinadas diariamente até o final de cada período de avaliação do ensaio. Os dados obtidos permitiram determinar o número médio de dias necessários para a germinação das sementes, empregando a fórmula proposta por (EDMOND; DRAPALA 1958).

3.7 Índice de velocidade de germinação: Para obter o IVG, o procedimento realizado foi o mesmo da velocidade de germinação. O IVG foi calculado utilizando a fórmula, proposta por MAGUIRE (1962).

3.8 Coeficiente de velocidade de germinação: O procedimento utilizado foi o mesmo descrito no item 3.3. Com os dados diários do número de plântulas normais, foi calculado o coeficiente de velocidade de germinação, segundo a fórmula apresentada por FURBECK et. al., (1993).

3.9 Emergência de plântulas: Utilizou-se substrato solo coletado do horizonte A, no Centro Agropecuário da Palma – CAP/UFPel. Realizou-se inicialmente desinfecção do solo, conforme instruções das RAS (BRASIL, 2009). As sementes foram distribuídas de forma equidistante, a 0,5 cm de profundidade, em caixas plásticas preenchidas com uma camada de 2,5 cm de solo, umedecidos com água destilada 3 vezes o peso do solo seco, as caixas foram mantidas sob temperatura

ambiente. A avaliação do número de plântulas emergidas foi realizada aos dez dias apo a semeadura.

3.10 Procedimentos estatísticos: O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, distribuído em um esquema fatorial $6 \times 7 \times 2$ (seis temperaturas, sete lotes e dois regimes de luz). Cada tratamento contou com três repetições, cada uma com 200 sementes, divididas em quatro subamostras.

Inicialmente, os dados foram analisados seguindo o delineamento proposto (trifatorial), objetivando principalmente a comparação dos regimes de luz. Após análise dos dados, selecionou-se apenas um regime de luz e as demais análises levaram em consideração apenas os outros dois fatores.

Por fim, para os testes de desempenho de plântulas, foram selecionados os quatro lotes mais homogêneos em quanto à germinação para esta finalidade. Da mesma forma, selecionaram-se apenas as temperaturas recomendadas, resultando, portanto, um bifatorial 4×2 (quatro lotes e duas temperaturas).

Em todas as situações, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F e, havendo significância para a interação dos fatores, foram realizados os devidos desdobramentos e, posteriormente, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas, foi utilizado o software Winstat, versão 1.0 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes realizados para a caracterização física dos lotes permitiram determinar dados médios de peso de mil sementes que foi de 1,2 gramas. Na análise de pureza física obteve-se acima de 99,5 % de sementes puras. Em todos os lotes, o teor de água teve um comportamento similar (L1: 7,7 %; L2: 7,7 %; L3: 7,4 %; L4: 7,3 %; L5: 7,8 %; L6: 7,2 % e L7: 7,7 %), a qual se manteve ao longo de todo o experimento.

Os resultados do pré-teste demonstraram que os lotes não apresentavam dormência, motivo pelo qual realizou-se o restante da pesquisa sem pré-esfriamento.

Os resultados preliminares para definição dos períodos mais adequados para realização das avaliações do teste de germinação estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Baseados no comportamento dos lotes utilizados neste estudo consideraram-se como períodos mais adequados para realização das contagens como sendo quatro dias para a primeira contagem e sete dias após a semeadura para a segunda contagem, conforme indicado nas setas vermelhas das referidas figuras. Estes períodos foram considerados porque, transcorridos quatro dias após a instalação do teste ocorreu o primeiro pico de germinação e, passados sete dias após a semeadura não foram encontrados incrementos na germinação. Optou-se por apresentar apenas os resultados referentes às temperaturas de 20 °C constante e 20-30 °C alternadas por serem temperaturas recomendadas para espécies do mesmo gênero nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Porém, desempenho semelhante foi observado em todas as temperaturas estudadas.

Por serem dados preliminares, foram realizadas contagens diárias da germinação para definir estes períodos. Em todos os lotes avaliados sob todas as temperaturas testadas, não houve incremento de germinação após sete dias da instalação do teste. Por outro lado, a eliminação de plântulas aos quatro dias após a semeadura conferiu satisfatória redução da quantidade de plântulas de forma a não comprometer o desenvolvimento do restante do teste, independentemente do lote apresentar maior ou menor poder germinativo.

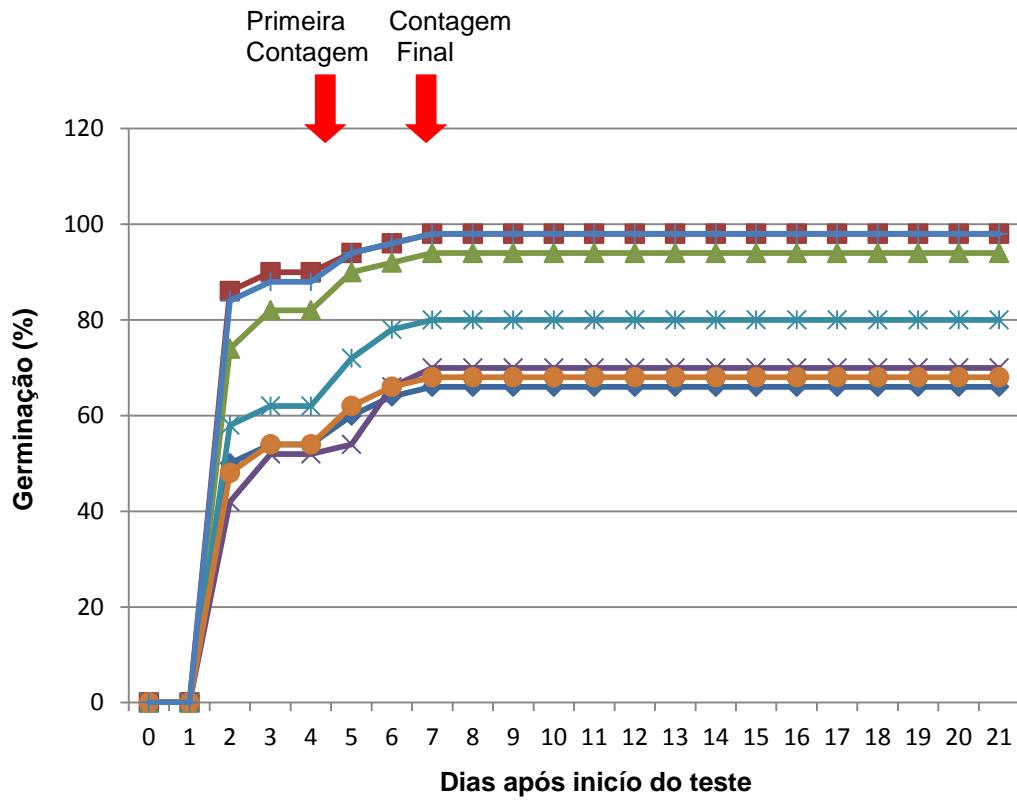


Figura 1. Germinação acumulada (%) de sete lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., sob temperatura constante de 20 °C

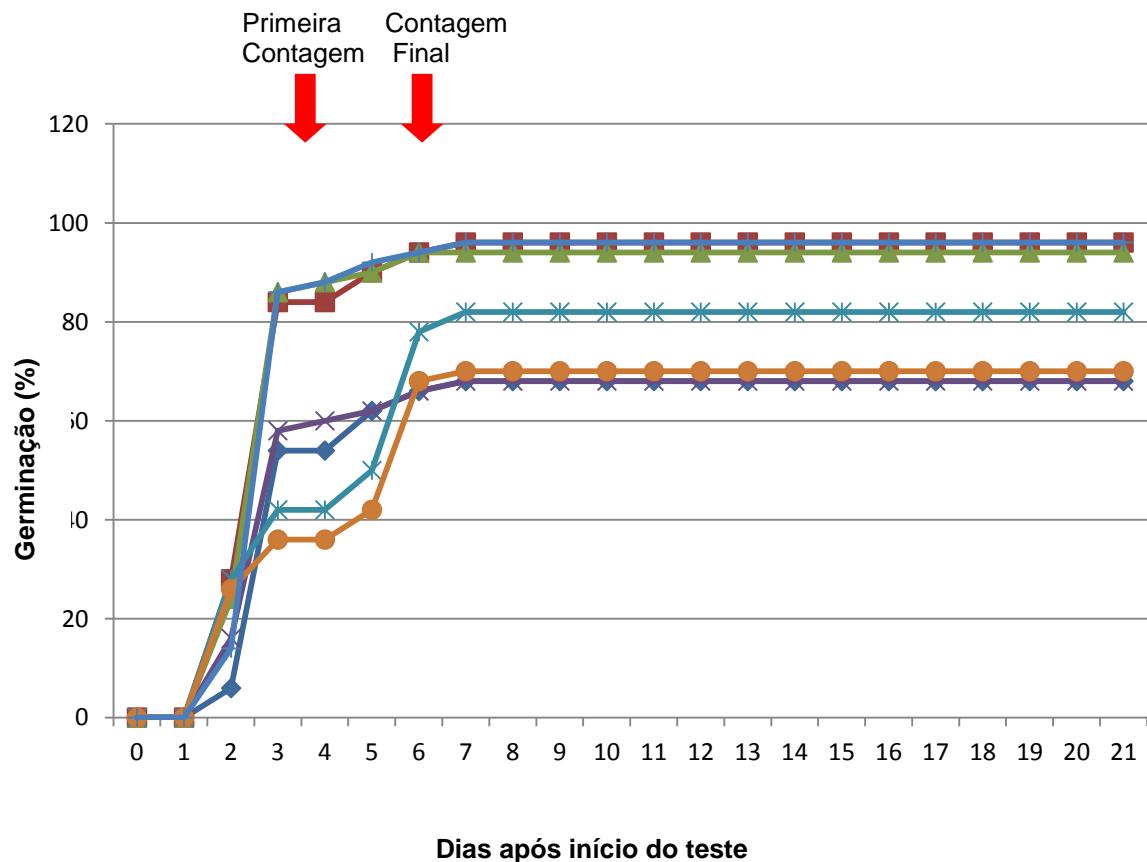


Figura 2. Germinação acumulada (%) de sete lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., sob temperaturas alternadas de 20 - 30 °C

A comparação entre as porcentagens de germinação das sementes na presença e ausência de luz estão apresentadas na Tabela 4. Foi possível constatar que, na presença de luz, foram obtidos resultados superiores na maioria das temperaturas testadas.

Tabela 4 – Germinação (%) de sete lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., submetidas a diferentes temperaturas, em presença (P) e ausência (A) de luz. FAEM/UFPel, 2015

Lotes	Temperaturas (°C)											
	20		25		30		20-30		15-35		20-35	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
L1	65 A	59 B	65 A	65 A	63 A	61 A	67 A	67 A	66 A	44 B	65 A	49 B
L2	97 A	89 B	94 A	89 A	86 A	88 A	94 A	85 B	91 A	71 B	93 A	83 B
L3	93 A	89 A	94 A	93 A	92 A	87 A	95 A	87 B	81 A	77 A	91 A	83 B
L4	67 A	69 A	68 A	63 A	67 A	61 B	67 A	59 B	63 A	47 B	66 A	58 B
L5	79 A	60 B	70 A	63 B	72 A	58 B	79 A	67 B	65 A	44 B	76 A	61 B
L6	66 A	52 B	65 A	69 A	63 A	62 A	68 A	61 B	66 A	44 B	68 A	55 B
L7	96 A	91 B	95 A	92 A	94 A	88 B	95 A	87 B	83 A	73 B	94 A	87 B

CV (%)	4,35
---------------	------

Médias seguidas da mesma letra na linha, em cada temperatura, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na temperatura de 25 °C verificou-se diferença quanto à germinação apenas no L5, que apresentou maior germinação na presença de luz. Nas temperaturas de 20°C e 30°C, ocorreu maior germinação na presença de luz para a maioria dos lotes. Apenas dois lotes avaliados (L3 e L4) não apresentaram maior germinação na presença de luz a 20°C. Para a temperatura 30 °C e ausência de luz, os lotes L4, L5 e L7 apresentaram germinação inferior em relação a presença de luz. Para os demais lotes, a germinação foi similar na presença ou ausência de luz.

Nas temperaturas alternadas de 20-35 °C, a germinação foi superior na presença de luz em todos os lotes.

Nas temperaturas de 15-35°C, a germinação das sementes do L3 foi indiferente à presença de luz da mesma forma que a germinação das sementes do L1 nas temperaturas 20-30 °C.

Neste ensaio, foi corroborada a preferência por luz para promoção de maior porcentagem de germinação, das sementes o que concorda com Bewley e Black (1994), que afirmam que a maioria das espécies de sementes pequenas comporta-se como fotoblásticas positivas.

Outros trabalhos relatam a influência da luz no processo germinativo, com destaque para Menezes et al. (2004) que, trabalhando com sementes de salvia (*Salvia splendens* Sellow), identificaram que a germinação foi indiferente à luz. Por outro lado, pesquisa realizada com *Hyptis marruboides* indica que as sementes também são indiferentes à luz, por germinarem tanto na presença como na ausência de luz (SALES, 2006).

Estudando a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Vellozia glandulifera*, Garcia e Diniz (2003) observaram que, no escuro, independentemente da temperatura, ocorreu diminuição da porcentagem de germinação.

Pesquisando o comportamento de sementes de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.), Araújo Neto et al. (2003), constataram que, independentemente do período de alternância entre luz-escuro. A presença de luz promoveu aumento na porcentagem de germinação, comparativamente à condição de escuro constante.

Em sementes diminutas de *Hypericum brasiliense*, comparando presença e ausência de luz, observa-se aumento de até cinco vezes na germinação desta espécie em presença de luz (FARON et al., 2004).

No presente trabalho, conforme apresentado na Tabela 4, a germinação das sementes de *S. hispanica* ocorreu tanto na ausência quanto na presença de luz, porém por ser na maioria dos casos maior na presença de luz, para muitos lotes, em diferentes temperaturas, optou-se por realizar o restante do experimento na presença de luz.

As germinações de sementes de chia, nas diferentes temperaturas testadas e na presença de luz, estão apresentadas na Tabela 5. Destacaram-se como melhores os lotes L2, L3 e L7. No entanto, apresentaram menor qualidade os lotes L6, L4 e L1 e o lote L5 foi classificado como de qualidade intermediária. A variação de qualidade entre os lotes é desejável neste tipo de avaliação, pois é necessário identificar qual condição é capaz de determinar o verdadeiro potencial de germinação, independentemente da qualidade do lote a ser avaliado.

Tabela 5 – Germinação (%) de sete lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., submetidas a diferentes temperaturas na presença de luz. FAEM/UFPel, 2015

Lotes	Temperaturas (°C)					
	20	25	30	20-30	15-35	20-35
L1	65 C a	65 B a	63 D a	67 C a	66 C a	65 C a
L2	97 A a	94 A a	86 B b	94 A a	91 A ab	93 A ab
L3	93 A a	94 A a	92 AB a	95 A a	81 B b	91 A a
L4	67 C a	68 B a	67 CD a	67 C a	63 C a	66 C a
L5	79 B a	70 B BC	72 C b	79 B a	65 Cc	79 B ab
L6	66 C a	65 B a	63 D a	68 C a	66 C a	68 C a
L7	96 A a	95 A a	94 A a	95 A a	83 B b	94 A a
CV (%)	3,75					

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A análise de variância mostrou-se significativa para interação dos fatores lotes e temperaturas, mostrando que os lotes com qualidade distinta podem responder de forma diferente às temperaturas testadas. Ao considerar os resultados comparativos entre temperaturas para cada lote, verificou-se que as temperaturas de 15-35 °C não foram adequadas para a realização do teste de germinação de sementes de chia.

Duas são as causas prováveis para que estas condições não sejam favoráveis. A primeira pode ser atribuída à grande diferença entre as temperaturas de 15 e 35 °C, que pode causar estresse fisiológico às sementes comprometendo o processo germinativo. O segundo motivo é que a temperatura de 35 °C possivelmente é muito alta, estressando excessivamente as sementes nas 8 horas diárias em que são expostas a esta condição.

Altas temperaturas desnaturam as proteínas e alteram a permeabilidade das membranas celulares, provocando a deterioração progressiva das sementes. Portanto, a temperatura de 35 °C pode causar redução da germinação devido à diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica e das reações anabólicas nas sementes, exceto em espécies adaptadas a condições específicas em regiões com predomínio de altas temperaturas (MARCOS FILHO, 2005).

A temperatura constante de 30 °C, também demonstrou não ser adequada, pois os lotes L2 e L5 apresentaram resultados inferiores, nesta temperatura,

comparativamente as outras condições testadas. Na temperatura de 25 °C, apenas a germinação das sementes do lote L5 foi negativamente afetada.

Por outro lado, as condições de temperatura constante de 20 °C e alternadas de 20-30 °C mostraram ser as melhores, pois, para todos os lotes avaliados, resultaram na maior porcentagem de germinação, sendo as mais indicadas para realização do teste de germinação em sementes de chia. Vale ressaltar que nestas temperaturas houve o mesmo ranqueamento dos lotes quanto a germinação.

Ao observar as recomendações para outras espécies, pertencentes ao mesmo gênero, como *Salvia officinalis*, *S.coccinea*, *S.farinacea*, *S.patens*, *S.pratensis*, *S.sclarea*, *S.splendens* e *S.vidris*, a *International Seed Testing Association* (ISTA, 2011) e as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) também indicam estas temperaturas como ideais para realização deste teste, corroborando, portanto, com os resultados obtidos neste estudo.

Segundo Marcos Filho (2005), geralmente, o uso de temperaturas alternadas é recomendado para espécies que possuem dormência, mas, também pode beneficiar outras espécies que não possuem esta característica. Em outros casos, as temperaturas alternadas destinam-se a simular as flutuações de temperaturas que ocorrem na natureza durante o dia e a noite (FOSSATI, 2007).

A temperatura é considerada um fator influente na germinação, influenciando a velocidade de absorção de água, como também as reações bioquímicas (reações que vão desdobrar, ressintetizar e transportar para o eixo embrionário as substâncias de reserva) (POPINIGIS, 1985; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MACHADO et al., 2002; PACHECO et al., 2008).

Segundo Silva e Aguiar (2004), dentro da faixa em que uma espécie germina, existe a temperatura ótima na qual se observa o máximo de germinação em menor intervalo de tempo. Entretanto, a temperatura ótima para a germinação pode variar em função da distribuição geográfica e ecológica das espécies e da condição fisiológica da semente (SILVA et al., 2002).

Machado et al. (2002) relatam que, normalmente, sementes de espécies de clima tropical germinam bem em temperaturas mais altas, ao contrário daquelas de clima temperado, que requerem temperaturas mais baixas. Estas informações são confirmadas pelo IPEF (1998), que relata que, para a maioria das espécies tropicais, a temperatura ótima de germinação encontra-se na faixa entre 15 °C e 30 °C.

Diversos trabalhos foram realizados com espécies das famílias Lamiaceae, Asteraceae e Apiaceae avaliando a influencia da temperatura na germinação das sementes. A germinação em semente de *Salvia* (*S. splendens* Sellow) (Lamiaceae) foi comparada nas temperaturas de 15, 20 e 25 °C e observou-se que a temperatura de 15 °C retardou o processo germinativo pelo fato de baixas temperaturas reduzirem as taxas metabólicas (MENEZES et al., 2004).

Trabalhando com sementes de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae) e testando temperaturas constantes e alternadas, Almeida et al. (2011), observaram que as sementes apresentaram maiores valores de germinação, na presença de luz, em temperatura constante de 20 °C com germinação de 93%, como também nas temperaturas alternadas de 20-30 °C, com 89% de germinação.

Examinando o comportamento de outras espécies da família Lamiaceae na temperatura de 20 °C, foram encontradas respostas positivas em sementes de *Thymus vulgaris* (Lamiaceae) (BRAGA et al., 2001) e *S. pomifera* (Lamiaceae) (THANOS e DOUSSI, 1995).

No estudo da germinação de três espécies aromáticas pertencentes à família Lamiaceae, *Coridothy muscapitatus* (tomilho), *Satureja thymbra* (sálvia) e *Origanum vulgares* SP. (orégano), Thanos et al., (1995), observaram que a faixa de temperatura ótima para germinação de sementes dessas espécies situado-se encontrou-se entre 15 e 20 °C, atribuindo esse comportamento ao seu local de origem, uma região temperada.

Testando a influência da temperatura e da luz na germinação de semente de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae), Koefender et al., (2009) concluíram que as temperaturas de 30 e 35 °C, são prejudiciais à germinação e afirmaram que, na temperatura de 20 °C a germinação das sementes é maior. Resultados semelhantes foram obtidos na germinação de sementes de *Lactuca sativa* (Asteraceae) (MENEZES et al., 2004), *Tagetes erecta* (asteraceae) (FERREIRA et al., 2001) e *Daucus carota* (Apiaceae) (PEREIRA et al., 2007).

O teste de germinação realizado em sementes de *Ocimum gratissimum* L, submetidas a 25 °C e 30 °C resultou em médias significativamente maiores na temperatura de 30 °C, comprovando que as sementes desta espécie são estimuladas a germinar sob temperaturas mais elevadas (LIMA et al., 2011), diferentemente do observado neste trabalho com sementes de *S. hispanica*. Por sua parte, Rocha et al. (2000) estudando diferentes combinações de temperaturas para germinação de *O.*

gratissimum L. Sugeriram a utilização de 25 °C. Entretanto, Martins et al. (2008) concluíram que, sob temperaturas próximas a 30 °C, as sementes da mesma espécie apresentaram melhor desempenho germinativo.

Tabela 6 - Primeira contagem de germinação (%) de sete lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., em diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, 2015

Lotes	Temperaturas (°C)					
	20	25	30	20-30	15-35	20-35
L1	53 D a	54 B a	52 C a	52 C a	29 B b	56 BC a
L2	89 A a	85 A ab	81 A b	85 A ab	28 B c	86 A ab
L3	82 B ab	85 A a	79 A b	87 A a	19 C c	83 A ab
L4	53 D a	56 B a	57 BC a	59 B a	28 B b	54 C a
L5	63 C a	57 B a	59 B a	43 D b	34 AB c	59 BC a
L6	53 D b	51 B b	54 BC b	36 D c	40 A c	62 B a
L7	89 AB a	85 A ab	80 A b	84 A ab	37 A c	82 A ab
CV (%)	4,48					

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade erro.

Na Tabela 6, é possível observar os resultados da primeira contagem do teste de germinação. Em sementes se *Salvia hispanica* L, submetidas a diferentes temperaturas os resultados serão discutido ainda sob a ótica da definição das condições mais adequadas para condução do teste de germinação.

As altas percentagens obtidas nesta contagem indicam que os períodos utilizados para a avaliação (quatro dias) foi adequado. A tendência de melhor desempenho germinativo nas temperaturas constantes de 20 °C e alternadas de 20-30 °C foi confirmada. Além disso, a avaliação realizada neste período permitiu discriminar melhor os lotes quanto à qualidade fisiológica das suas sementes, indicando as sementes dos lotes L7 e L2 como as de melhor desempenho e as sementes dos lotes L1 e L6 como as que apresentaram desempenho inferior em ambas as temperaturas, sendo o primeiro indício de que a primeira contagem do teste de germinação é eficiente para ranquear lotes quanto ao vigor.

Testando a influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de calêndula, Koefender et al. (2009), indicaram que os melhores resultados da primeira contagem do teste de germinação foram observados na presença de luz, à

temperatura de 20 °C, condições nas quais foi obtido maior número de plântulas normais.

Para sementes de calêndula Luz et al. (2001) relatam que a temperatura ótima para a primeira contagem de germinação está entre 18 °C e 24 °C, embora haja tolerância a temperaturas superiores. Por sua vez, Stefanello et al. (2006) verificaram resultados semelhantes em estudos realizados com sementes de funcho (*Foeniculum vulgare*) submetidas a temperaturas constantes de 20 °C e 25 °C.

A similaridade entre os resultados da primeira contagem e da germinação observados no presente trabalho demonstra que as condições de temperatura de 20 °C e 20-30 °C são adequadas para a realização do teste de germinação em sementes de chia.

Considerando que para realização de estudos para calibração de metodologias de testes de vigor a escolha dos lotes é uma etapa essencial, optou-se por analisar somente os lotes homogêneos quanto à viabilidade (L2, L3, L5 e L7), descartando-se desta análise aqueles que apresentaram germinação abaixo de 75% (L1, L4 e L6). O desempenho destes lotes avaliados pelo IVG, VG, CVG e Emergência de plântulas, está apresentado na Tabela 7.

No teste de germinação foi evidenciado que os lotes L2, L3 e L7 apresentaram qualidade similar, diferindo do lote L5, que apresentou germinação mais baixa, esta característica manteve-se no teste da primeira contagem, com exceção do L3 que, na temperatura 20 °C, também resultou diferente do lote L2 e similar ao lote L7, quem se mantiveram como lotes de maior qualidade fisiológica.

O teste de emergência permitiu a separação dos quatro lotes em níveis de vigor, com superioridade para o lote L2 que não diferiu do lote L3, e inferioridade do lote L5 e os lotes L3 e L7 não diferiram entre si.

O Índice de velocidade de germinação (IVG) a 20 °C também permitiu a estratificação dos lotes quanto a qualidade fisiológica, sendo os lotes L2 e L7 os de maior qualidade, o lote L3 de qualidade intermediária e o lote L5 de menor qualidade. Para a variável velocidade de germinação, verificou-se o mesmo comportamento, embora o lote L3 não tenha diferido dos lotes L2 e L7 na temperatura de 20-30 °C.

Tabela 7 – Germinação (%) e desempenho em testes de vigor de quatro lotes de sementes de *Salvia hispanica* L., em diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, 2015

Lotes	G (%)		PC (%)		IVG		VG (dias)		CVG		E (%)
	20	20-30	20	20-30	20	20-30	20	20-30	20	20-30	
L2	97 A	94 A	89 A	85 A	22,69 A	17,23 A	2,28 A	2,39 A	46,36 A	35,23 A	99 A
L3	93 A	95 A	82 B	87 A	20,90 B	17,17 B	2,45 B	2,94 A	44,27 AB	34,51 A	97 AB
L5	79 B	79 B	63 C	43 B	16,78 C	12,57 B	2,75 C	3,90 B	41,74 B	27,63 B	75 C
L7	96 A	95 A	89 A	86 A	22,39 A	16,36 A	2,31AB	3,09 A	45,56 A	33,86 A	96 B
CV (%)	2,04		3,11		2,41		2,43		3,53		0,81

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

No estudo realizado por Tomaz et al. (2004), com sementes de *Leonotis nepetaefolia*, uma planta daninha (Lamiaceae), foi obtido índice de velocidade de germinação com um valor médio de 10,16 e 16,49, e observou-se que a maior ou menor infestação durante o ano tem influência direta de oscilações da temperatura.

Segundo Ferreira et al. (2001), em sementes de Asteraceae quanto menor a temperatura, maior o IVG, pois a exposição à temperatura de 20 °C apresentam maior IVG, comparativamente àquelas submetidas a 35 °C.

Testando a influência de diferentes temperaturas (15, 20 e 25 °C) sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *S. splendens*, Menezes et al., (2004), observou-se que o IVG aumentou com o acréscimo da temperatura.

Santos et al., (2008). Testando a influencia de diferentes temperaturas constantes (20, 25, 30 e 35°C), concluiram que quanto maior a temperatura, maior o índice de velocidade de germinação de sementes de sambacaitá (*Hyptis pectinata*) obtendo com 20 °C, valor de 13,8 e com 35 °C atingiu 21,5.

A velocidade de germinação (VG) variou entre 2,28 dias após a semeadura para o início da germinação na temperatura de 20 °C para o lote L2, até 3,90 dias na temperatura de 20-30 °C no lote de qualidade inferior. Isso demonstra que lotes de melhor qualidade fisiológica ativam o metabolismo germinativo de forma mais rápida.

De acordo com Bewley e Black (1994), a temperatura influencia diretamente a velocidade na qual as reservas nutricionais das sementes são mobilizadas e na qual

ocorre a síntese das substâncias necessárias para o desenvolvimento da plântula. Portanto, a temperatura afeta a porcentagem final, a velocidade e a uniformidade da germinação (PACHECO et al., 2008).

Temperaturas abaixo das ótimas reduzem a velocidade de germinação, resultando em alteração da uniformidade de emergência; por outro lado, temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (IPEF, 1998).

Trabalhando com sementes de *Vochysia haenckiana* M, Silva et al. (2004), verificaram que o período para germinação desta espécie foi diminuído com o aumento da temperatura, sendo a de 35 °C a que apresentou melhor resultado.

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que, em geral, obtiveram-se maiores velocidades de germinação nas temperaturas de 30 °C e 20-30 °C alternada comparativamente com a temperatura de 20 °C.

Sales (2006) obteve resultados positivos na temperatura mais alta (30 °C), confirmado que houve maior velocidade de germinação de sementes de *Hyptis marrubioïdes*, não obstante não tenha diferido da temperatura de 20-30 °C. Em sementes de *Hyptis pectinata* 3,4 dias foram necessários para o início da germinação na temperatura 20 °C e foi menor quando aumentou a temperatura, chegando a 2,3 dias na temperatura de 35 °C (Santos et al., 2008).

O coeficiente de velocidade de germinação não foi tão eficiente em comparação aos outros testes, permitindo diferenciar apenas o L5 em relação aos demais lotes, fato já verificado no teste de germinação.

Os testes evidenciaram o lote L2 como o de qualidade fisiológica superior o lote L5 como o de qualidade inferior e o lote L3 como de qualidade fisiológica intermediaria, conseguido estratificar perfeitamente os lotes segundo a qualidade de cada uma.

De maneira geral, a estratificação dos lotes obtidos nos testes de PC, IVG, VG e CVG, apresenta semelhança com a obtida no teste de germinação.

5. CONCLUSÕES

As contagens no teste de germinação devem ser realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura.

As temperaturas mais adequadas para realização do teste de germinação são constantes de 20 °C e alternadas de 20-30 °C.

As sementes de *Salvia hispanica* L. apresentam comportamento indiferente à luz.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.F.R; POLLETO, R.S; PINHO, S.Z; DELACHIAVE, M.E.A. Metodologia para germinação de sementes de *Leonurus sibiricus* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.2, p.190-196, 2011.

ANDRADE, A.C.S.; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S; CRUZ, A.P.M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura,substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

ANDRADE, A.C.S. et al. Reavaliação do efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa , v.23, n.3, p.279-283, 1999.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. S.L.p. 1983. 88p.(Handbook on Seed Testing, 32).

AYERZA R.; COATES, W. **Chía: Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas**. Ed. Del Nuevo Extremo S. A., Buenos Aires, Argentina, 2006, 232 p.

AYERZA, R.; COATES W. Chia. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs (1sted.). **The University of Arizona Press**, Tucson, USA, 2005, 197 p.

AYERZA, R.; COATES, W. **Producción, potencial Nuevo de Chía**. 2^a ed. Edit del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. p. 8, 12,18. 1998.

BARROS, C.; BUENROSTRO, M. **Amaranto, fuente maravillosa de sabor y salud**. Grijalbo, México, 1997

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal Botany**, Kentucky, v.75, n. 2, p. 286-305, 1998.

BELTRÁN-OROZCO, B.; ROMERO, M. R. La chía, alimento milenario. **Revista Industria alimentaria (México, D.F.)**, Cidade de México, v. 25, n. 5, p. 20–29, 2003.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, n. 7, p.1055-1066, 1997.

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

BRAGA, J.F. et al. Temperatura e fotoblastismo na germinação de sementes de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5., 2001, Botucatu-SP. **Resumos**. Botucatu, p.122.b. 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399p.

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.

BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluación 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. Ethnobotany of Chía, *Salvia hispanica* L. **Economic Botany**. Nova Iorque, v. 57, n. 4. p. 604-618. 2003.

CAHILL J P. Genetic diversity among varieties of chia, *Salvia hispánica* L., **Genetic Resources and Crop Evolution**, California, v. 51, n. 7, p. 773-78. 2004

CAPITANI, M. I. **Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispanica L.*) Aplicación en tecnología de alimentos.** 2013. 230f. Facultad de Ciencias Exactas Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. 2013.

CARNEIRO, L. M. **Antecipação da colheita, secagem e armazenagem na manutenção da qualidade de grãos e sementes de trigo comum e duro.** 2003. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4^a Ed. Jaboticabal, Funep, 2000. 588 p.

CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R., Coord. Actualizaçao em produção de sementes. Campinas, Fundaçao Cargill, 1986. p. 207-223.

CASTRO, P.; KLUGE, R.; PERES, L. **Manual de Fisiología Vegetal.** São Paulo (BR). Agronômica Ceres. 2005. 650 p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária. 2001. 132p.

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

COPELAND, L. O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology.** Minnesota: Department of Crop and Soil Sciences Michigan State University, 1985. 369p.

DE KARTZOW, A. G. **Estudio de pre factibilidad técnica - económica del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*) en Chile.** 2013. 102 p.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v.6, n.6, p.1-8, 2002.

DI SAPIO, O.; BUENO; M.; BUSILACHI; H.; QUIROGA; M.; SEVERIN; C. Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semillha de *Salvia hispanica*

L. (Lamiaceae). **Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 11, n. 3, p. 249–268, 2012.

DOS SANTOS, A.L.; MEDEIROS, S.; TEÓFILO, E.M.; MENDES, R.; FITZGERALD, A.; SILVA-MANN, R. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sambacaitá (*Hyptis pectinata* (L.) Poit). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n. 4, p.19-26, 2008.

EDMON, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and oil, and acetone on germination of okra seeds. **American Society for Horticultural Science**, Itahaca, v. 71, p. 428-434. 1958.

EGLEY, G. H. Reflections on my career in weed seed germination research. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 9, n.1, p. 3-12, 1999.

ELLIS, R. H. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. **Plant Growing Regulation**, New York, v. 11, n. 3, p. 249-255,1992.

ENGEL, F.A. **De las begonias al maíz: vida y producción en el Perú antiguo**. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.1987.

FANTIN, S. C. **Aspectos da germinação e efeitos do condicionamento osmótico em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St.Hil. – Bombacaceae)**. 2001, 145f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. 2001.

FAO. **Producción y Protección Vegetal**, n. 26. Chia. Roma, Italia, p. 143-146. 1992.

FARON, M. L. B.; PERECIN, M. B.; LAGO, A. A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B. Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 193-199, 2004.

FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FORMOSO, A.M.T.; ANDRADE, R.N. Qualidade de sementes de hortaliças. In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS DA REGIÃO SUL, 1988, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1988. 73-80 p.

FOSSATI, L. C. **Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de Ocotea puberula(Rich.) Ness, Prunus sellowii Koehne e Piptocarpha angustifolia Dusén Ex 12 Malme.** 176p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; WRASSE, C. F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.

FURBECK, S. M.; BOURLAND, F. M.; WATSON JUNIOR, C. E. Relationships of seed and germination measurements with resistance to seed weathering in cotton. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 3, p. 505-512, 1993.

GALINDO, E.A.; ALVES, E.U.; SILVA, K.; MATOS, L.; SANTOS, S. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz. **Revista Ciência Agronômica**, Paraíba, v. 43, n. 1, p. 138-145. 2012.

GARCIA, Q.S.; DINIZ, I.S.S. Comportamento germinativo de três espécies de vellozia da Serra do Cipó, MG. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 487-494, 2003.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

ISTA. **The International Seed Testing Association.** held its Annual Meeting 2011 in Zurich, Switzerland, from 13–16 June 2011

ISTA. Method Validation for Seed Testing. **International Seed Testing Association**, Switzerland, 2007.

ISTA. **International Rules for seed Testing.** Edition 2003/1. Zurich, Switzerland. 2003.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, supl., p.1-288, 1993.

IPEF - Tecnologia de Sementes Florestais - **Fatores externos ambientais que influenciam na germinação de sementes.** 1998.

JAMBOONSRI, W.; PHILLIPS, T.D.; GENEVE, R.L.; CAHILL, J.P.; HILDEBRAND, D.F. Extending the range of an ancient crop, (*Salvia hispanica* L.) – a new ω_3 source. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Lexington, v. 59, n. 2, p. 171-178. 2012.

JIMENEZ, G., PÉREZ, J.N.; LARRASOÑA, J.C.; AGUIRRE, J.; CIVIS, J. RIVAS-CARBALLO, M.R.; VALLE-HERNÁNDEZ, M.F.; GONZÁLEZ-DELGADO, A. **Geological Society of America** Bulletin v.125, n. 3, p432-444. 2013

KOEFENDER, J.; MENEZES, N. L.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R.; CASTILHOS, G. Influência da temperatura e da luz na germinação da semente de calêndula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 207-210. 2009.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

LABORIAU, L.G. A germinação das sementes. Washington: Inst. **Venezolano de Investigaciones Científicas**, 1983. 174p.

LIMA, C.B; COSSA, C.A; NEGRELLE, R.R.2; BUENO, J.T; LOURENÇO, C.3; BATISTA, N; JANANI, J. Germinação e envelhecimento acelerado na análise da qualidade fisiológica de sementes de alfavaca-cravo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 865-874, 2011.

LIMA JUNIOR, M. J. V. **Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais.** Manaus: UFAM. 2010. 146 p.

LINARES, J. B. F. **Qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) de diversas densidades obtidas na mesa gravitacional.** 1999. 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

LUCCA, A.; REIS, M. S. Considerações sobre a influência do potencial hídrico no condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 42-49, 1995.

LUZ, L. A.; FERRADA, C. R.; GOVIN, E. S. Instrutivo Técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, La Habana, v.1, n. 1, p. 23-27. 2001.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista Cerne**, Piracicaba, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2004.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Sistema de análise estatística para Windows. WinStat.** Versão 1.0. UFPel, 2003.

MACHADO, C. F.; CÍCERO, S. M. Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-x para a avaliação da qualidade de sementes de aroeirabranca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.) **Informativo ABRATES**, Brasília, v.12, n.1,2,3, p. 28-34, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. Madison, v. 2, p. 176-7. 1962.

MAJEROWICZ, N.; PERES, L.E.P. Fotomorfogênese em plantas. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 454p.

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

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ : ESALQ, 1987. 230 p.

MARTÍNEZ, M. **Catálogo de nombres vulgares y descripción botánica de *Silvia* sp (chia).** Mexico, D.F. 1994.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; BATISTA, L. A.; SILVA, A. P. O. Influência da luz, temperatura e ácido giberélico na germinação de sementes de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) e avaliação da qualidade fisiológica pelo teste de raios-X. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 44-49, 2008.

MENEZES, N. L.; SANTOS, O. S.; NUNES, E. P.; SCHMIDT, D. Qualidade fisiológica de sementes de alface submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 941-945. 2004.

MIRANDA, F. **Guía técnica para el manejo del cultivo de chia (*Salvia hispánica* L.) en Nicaragua.** Sébaco: Central de Cooperativas de Servicios Multiples Exportacion e Importacion Del Norte (Cecoopsemein RL.), 2012. 14p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). (Cap. 2) **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: Abrates, 1999. p. 1-21.

NORMA INTERNACIONAL ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. 2^a edición 2005.

PACHECO, M.V. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth.& Hook f.ex S.Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V.18, n. 2, p.143-150, 2008.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.; CORREAL, E.; MOLINA, E.; MARTINEZ, J. Evaluacion y seleccion de species vegetales productoras de compuestos naturals con actividad insecticida. **Centro de investigación y desarrollo agroalimentario (CIDA) Murcia**, España. Proyecto nº SC94-039. 1997.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, J.V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, 2007.

PESKE, S.T.; VILELLA F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3^a Edição. Cap. 1. Editora e Gráfica Universitaria PREC-UFPel. 2012. 573p.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Produção de Sementes. Módulo 1. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS. **Curso de Especialização por Tutoria a Distância**. Brasília, DF. 69p, 2001.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B; PEIXOTO, M. C. **Tecnología de sementes: Testes de calidad**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Germinación - do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 283 - 297 p.

POEHLMAN, J. **Mejoramiento genético de las cosechas**. México. D. F. 1998

POPINIGIS, F. **Fisiología da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 287p.

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, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERET, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biología Vegetal**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 1996. 728p.

ROCHA, S. F. R.; CHAVES, F. C. M.; SCARDA, F. M.; MING, L. C. O fitocromo e a influência da luz na germinação e vigor de sementes de alfavaca-cravo sob condições de alta irradiação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 955-956, 2000.

RODRÍGUEZ VALLEJO, J. **Historia de la agricultura y de la fitopatología, con referencia especial a México.** Colegio de Post-graduados en Ciencias Agrícolas, Ciudad de México7-22. 1992

ROSA, S.G.T; FERREIRA, A. G. Germination of medicinal plant: *Similase campestris griseb.* (Salsapanilha). **Hort Science**, Alexandria, v. 502, p.105-111, 1999.

ROVATI, A.; ESCOBAR, E.; PRADO, C. Particularidades de la semilla de chía. (*Salvia hispanica L.*). **EEAOC - Avance Agroindustrial.** Obispo Colombres, v. 33, n. 3, p. 44-46. 2012.

SÁNCHEZ, M; FERGUSON, J.E. Medición de calidad en semillas de *Andropogon gayanus*. **Revista Brasileira de Sementes.** Brasilia, v. 8, n. 1, p. 9-28. 1986 .

SALES, J.F. **Germinação de sementes, crescimento da planta e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* epl., Lamiaceae.** 2006. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2006.

SANTANA ALVARIO, S. **Estudio de adaptabilidad y densidades de siembra del cultivo de chia (*Salvia hispanica*), en la zona de babahoyo”, provincia de los ríos.** 2013. 40f. Tesis de Grado. Universidad Técnica De Babahoyo. Facultad De Ciencias Agropecuarias. Babahoyo, Ecuador. 2013.

SILVA, P. A. **Germinação de sementes de ervacidreira verdadeira (*Melissa officinalis* L.).** 2004. 55f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2004.

SILVA, L.M.M; AGUIAR, I.B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cridosculus phyllacanthus* Pax y K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v. 26, n. 1, p. 9-4, 2004.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, E.B. Efeito da luz e a temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodroon urundeuva*). **Revista Árvore**, Jaboticabal, v. 26, n. 6, p. 691-7, 2002.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; MUNIZ, M. F.B; WRASSE, C. F. 2006. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 135-141, 2006.

STOCKMAN, A.L.; BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. - Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.13, n.1, p.104-108, 2001.

THANOS, C.A.; KADIS, C.C.; SKAROU, F. Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). **Seed Science Research**, Grécia, v.5, n.3, p.161-170, 1995.

THANOS, C.A.; DOUSSI, M.A. Ecophysiology of seed germination in endemic Labiates of Crete. **Israel Journal Plant Science**, Athens, v.43, n.1, p.227-37, 1995.

TOMAZ, M.A., ARAÚJO, E.F., FERREIRA, F.A. Germinação de sementes de *Leonotis nepetaefolia*, em função do estádio de maturação e da posição do glomérulo na planta. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.3, p.359-364, 2004.

VIVIAN, R.; GOMES JR.; F.G.; CHAMMA, H.M.C.P.; SILVA, A.A.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T Efeito da luz e temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitalis ciliaris*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.507-13, 2008.

WAENY, J.C.C. **Repetitividade e reproduutividade II**. São Paulo: IPT. 1980. 14p