



**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin &  
Clemants**

**LAVRAS - MG  
2019**

[Digite texto]

**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Dysphania  
ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e  
Condimentares para a obtenção do título de Doutor.

Dr. Renato Mendes Guimarães  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

[Digite texto]

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

Monfort, Lucinda Helena Fragoso.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin &  
Clemants / Lucinda Helena Fragoso Monfort. - 2019.

65 p.

Orientador(a): Renato Mendes Guimarães.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Plantas medicinais. 2. Germinação. 3. Vigor. I.  
Guimarães, Renato Mendes. II. Título.

**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES  
DE *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants**

**PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SEED GERMINATION  
*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 20 de Fevereiro de 2019  
Dr. Raimundo Thiago Lima da Silva UFRA  
Dr. João Almir Oliveira UFLA  
Dra. Heloisa Oliveira dos Santos UFLA  
Dra. Juliana Maria Espindola Lima UFLA

Dr. Renato Mendes Guimarães  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade.

Aos meus pais, Osias e Elizabeth e irmãs Lucila e Karla pelo amor e apoio incondicional, em todas as minhas decisões nas diferentes etapas da minha vida.

Ao professor Renato Mendes Guimarães, pela orientação, paciência e disposição para ajudar.

Ao meu amigo Hellismar Wakson pela coorientação, apoio, risadas e paciência nas horas de desespero.

À todos os colegas de departamento, os que já foram e os que ficam, pois muitos se tornaram amigos e irmãos.

Ao Coordenador do Curso José Eduardo e a Professora Suzan pela paciência e ensinamentos nesses anos.

Aos professores do setor de sementes que sempre estão disponíveis com paciência e dedicação.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado.

À todos funcionários do Laboratório Central de Sementes /UFLA, em especial a Geraldo, Jaqueline e Dalva, meus três anjos.

À todos funcionários do Horto de Plantas Medicinais/ UFLA, Paulo e Dico, pela paciência e ensinamentos.

A gratidão é a lembrança do coração! MUITO OBRIGADA!

“Todas as flores do futuro estão contidas nas sementes de hoje”  
( Provérbio Chinês)

## RESUMO

A erva-de-santa-maria (*Dysphania ambrosioides*) é uma planta amplamente utilizada em diversos lugares do mundo como vermífuga, devido a presença do ascaridiol e sua reprodução é via sementes, no entanto existem poucos trabalhos que auxiliem o cultivo desta espécie, tanto no que diz respeito a germinação quanto avaliação da qualidade das sementes desta espécie. Objetivou-se com este trabalho avaliar as condições ideais de temperatura, luz e substrato e a influencia do tegumento na germinação de sementes de erva-de-santa Maria e os efeitos alelopáticos das partes do fruto desta espécie, avaliação da primeira contagem e germinação, metodologias de envelhecimento acelerado e condutividade para avaliação de vigor das sementes. A temperatura alternada de 15-25 °C com fotoperíodo 16 h de luz e o substrato papel são adequados para condução do teste de germinação da erva-de-santa-maria. A primeira contagem de germinação e a germinação podem ser realizadas aos seis e dez dias após a montagem do teste de germinação. A remoção do pericarpo em peneira propicia maior germinação e velocidade de germinação para as sementes. Os frutos e pericarpo retardam a germinação de alfaca. O teste de condutividade elétrica com 3 horas de embebição e o envelhecimento acelerado tradicional a 38°C por 24 horas são eficientes na avaliação do vigor de sementes de erva-de-santa-maria.

**Palavra-chave:** Erva-de-santa-maria. Germinação. Vigor de sementes. Plantas medicinais

## ABSTRACT

The erva-de-santa-maria (*Dysphania ambrosioides*) is a plant widely used in several places of the world as vermifuge, due to the presence of ascaridiol and its reproduction is via seeds, however there are few works that help the cultivation of this species, both in relation to germination and quality evaluation of the seeds of this species. The objective of this work was to evaluate the ideal conditions of temperature, light and substrate and the influence of the integument on the germination of Santa Maria grass seeds and the allelopathic effects of the fruit parts of this species. The alternating temperature of 15-25 °C with photoperiod 16 h of light and the paper substrate are suitable for conducting the germination test of the erva-de-santa-maria. The first germination count and germination can be performed at six and ten days after the germination test is set up. The removal of the pericarp in sieves gives greater germination and speed of germination to the seeds. The fruits and pericarp slow the germination of lettuce. The electrical conductivity test with 3 hours of imbibition and the traditional accelerated aging at 38 ° C for 24 hours are efficient in evaluating the vigor of Santa Maria spp.

**Keyword:** Erva-de-santa-maria. Germination. Seed vigor. Medicinal plants

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Referencial Teorico.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Plantas Mediciniais.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin &amp; Clemants.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 Aspectos botânicos .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 Usos e Propriedades.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Aspectos que influenciam a germinação.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Vigor de sementes .....</b>	<b>17</b>
<b>Referencia Bibliográfica.....</b>	<b>20</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....</b>	<b>27</b>
<b>Artigo 1.....</b>	<b>27</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>27</b>
<b>2 Desenvolvimento.....</b>	<b>29</b>
<b>3 Conclusão.....</b>	<b>32</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>46</b>
<b>Artigo 2.....</b>	<b>51</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>51</b>
<b>2 Desenvolvimento.....</b>	<b>52</b>
<b>3 Conclusão.....</b>	<b>54</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As propriedades terapêuticas das plantas foram descobertas e propagadas de geração em geração, através da observação e da experimentação pelos povos primitivos assim, os primeiros fármacos, como o ácido acetilsalicílico, morfina e pilocarpina, surgiram baseados na medicina popular (BUTLER, 2008; ELVIN-LEWIS, 2001). Pelo menos 25% de todos os medicamentos modernos são provenientes, direta ou indiretamente, de plantas medicinais (ROBINSON & ZHANG, 2011).

Assim, a indústria de plantas medicinais e de fitoterápicos constitui importante fonte de inovação em saúde e fortalecendo a produção. Através da exploração da biodiversidade brasileira (HASENCLEVER et al., 2017; LORENZI & MATOS, 2002). No entanto, para transformar uma planta medicinal em droga vegetal, é necessário o conhecimento dos tratos culturais, formas de cultivo, época de colheita, características genéticas, condições de secagem e de armazenamento das plantas (FATIMA, 1999; OLIVEIRA et al., 2011).

*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants pertence à família Amaranthaceae, é nativa da região mesoamericana conhecida popularmente como erva-de-santa-maria, lombrigueira, mastruço, mastruz (LORENZI & MATOS, 2002; SÁ et al., 2016). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) é uma das plantas medicinais mais utilizadas no mundo devido à ampla distribuição no planeta que apresenta propriedades medicinais como atividade antitumoral, anti-inflamatória, bactericida, hipotensora, entre outras (ASSAIDI et al., 2014; CRUZ et al., 2007; LORENZI & MATOS, 2002; REIS et al., 2010; YE et al., 2015).

Além do uso na medicina popular é uma espécie vegetal promissora para utilização em sistemas de manejo fitossanitário de pragas (CHIASSON et al., 2004; GIRÃO FILHO et al., 2014; KOONA; et al., 2007; TRIPATHI et al., 2008; PAUL et al., 2009; PRICE & NAGLE, 2009) e na culinária mexicana e europeia como condimento e na preparação de bebidas e bolos (PICÓ & NUEZ, 2000).

A erva-de-santa-maria é uma planta de hábito herbáceo, ciclo anual, inflorescência pequenas, fruto envolto no cálice por um pericarpo e tem como unidade de dispersão, a semente, que são pequenas, pretas, lustrosas e ricas em óleo (CORRÊA, 1984; LORENZI & MATOS, 2002; LIMA et al., 2006; GROTHI & JARMADO, 1982).

A germinação é um processo influenciado por fatores físicos, bioquímicos e fisiológicos da semente, dependente de condições ambientais como temperatura adequada e

substrato e algumas sementes necessitam de luz (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; MARINI et al., 2012; TAIZ & ZEIGER, 2013; BEWLEY et al., 2013; ZUCARELI et al., 2015).

A temperatura afeta a absorção de umidade e regula as reações bioquímicas e enzimáticas que do metabolismo podendo influenciar a germinação de três maneiras: removendo a dormência primária ou secundária; e induzindo dormência secundária (BEWLEY et al., 2013; FLORES et al., 2014). Cada espécie requer uma faixa ótima de temperatura para que esse processo ocorra da maneira mais eficiente, com maior velocidade e uniformidade (ALVES et al., 2012). Assim, estudos relacionados ao efeito da temperatura na germinação são essenciais para a compreensão dos processos ecofisiológicos, bioquímicos e como as sementes são influenciadas pelas condições térmicas proporcionadas pelo ambiente (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

A luz é outro fator importante na germinação de sementes que depende de fatores genotípicos e ambientais durante sua formação podendo induzir dormência ou promover a germinação (VÁLIO & SCARPA, 2001). A sensibilidade da semente ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e tempo de irradiação (LABOURIAU, 1983).

O substrato também influencia a germinação das sementes, assim para a escolha deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência à quantidade de água, sensibilidade à luz, facilidade que o mesmo oferece para a realização das contagens e para a avaliação das plântulas (BRASIL, 2009; TONIN & PEREZ, 2006).

No entanto o teste de germinação nem sempre consegue diferenciar a qualidade de lotes de sementes ocorrendo uma frequente discrepância dos resultados com a emergência das plântulas em campo (OHLSON et al., 2010; AMARO et al., 2019). Assim, avaliações como os testes de vigor que são úteis a programa de produção de sementes como meio de seleção de lotes para a semeadura (MARCOS FILHO, 2015). Dentre estes testes temos a condutividade elétrica e o envelhecimento acelerado.

Devido a escassez de trabalhos e metodologias para avaliação de qualidade de sementes desta espécie e que elucidem o processo germinativo, objetivou-se com este trabalho avaliar as condições ideais de temperatura, luz e substrato e a influencia do tegumento na germinação de sementes de erva-de-santa Maria e os efeitos alelopáticos das partes do fruto

desta espécie, avaliação da primeira contagem e germinação, metodologias de envelhecimento acelerado e condutividade para avaliação de vigor das sementes.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 PLANTAS MEDICINAIS**

Observação e a experimentação pelos povos primitivos é que as propriedades terapêuticas das plantas foram sendo descobertas e propagadas de geração em geração, fazendo parte da cultura popular e posteriormente das farmacopeias quando iniciou a investigação de suas bases terapêuticas (ELVIN-LEWIS, 2001). As plantas apresentam essas propriedades devido à presença de compostos químicos derivados do metabolismo secundário como alcaloides, flavonoides, óleos essenciais, cumarinas, taninos, dentre outros (SIMÕES et al., 2003; MACEDO et al., 2010)

Os primeiros registros de uso de plantas medicinais datam de 2838-2698 a.C. onde foram catalogadas 365 ervas medicinais e venenos pelo imperador chinês Shen Nung (VALE, 2002). Segundo Robbers et al (1997), os Vedas que é uma coletânea de hinos anterior ao ano 1000 a.C., continha mais de mil ervas medicinais e na China, a enciclopédia Pents'ao kang mu, publicada em 1596, apresentava mais de dois mil medicamentos de origem natural. Outro registro de plantas como remédio é o papiro de Ebers datado de 1550 a.C. que faz menção a várias substâncias químicas utilizadas pela antiga civilização egípcia como genciana e óleo de rícino, ambos extratos de plantas (SPINOSA et al., 2002).

Até o século XIX, os recursos terapêuticos eram constituídos predominantemente por plantas e extratos vegetais, o que pode ser confirmado pelas farmacopeias da época (SCHENKEL et al., 2003). Os primeiros fármacos, tais como o ácido acetilsalicílico, digoxina, morfina, quinina e pilocarpina, utilizados pelo homem surgiram a partir de estudos clínicos, farmacológicos e químicos das plantas baseados na medicina tradicional (BUTLER, 2008).

No século XVIII, foram isoladas as primeiras substâncias puras do reino vegetal (PINTO et al., 2002). ROBINSON & ZHANG (2011) estimam que pelo menos 25% de todos os medicamentos modernos são provenientes, direta ou indiretamente, de plantas medicinais e aumenta esse percentual para 60% em medicamentos antitumorais e antimicrobianos. Contudo, apenas 8% das espécies vegetais da flora brasileira foram estudadas em busca de

compostos bioativos e 1100 espécies foram avaliadas em suas propriedades medicinais sendo que, apenas 500 plantas foram registradas no Ministério da Saúde para comercialização (CARVALHO et al., 2008).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece políticas públicas que determinam pesquisas, geração, difusão e utilização de medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais, no intuito de que os países utilizem recursos naturais disponíveis em seus próprios territórios para promover a atenção primária à saúde (ANVISA, 2010). Visando diminuir o número de excluídos dos sistemas governamentais de saúde, a OMS recomenda aos órgãos responsáveis pela saúde pública de cada país, que procedam levantamentos regionais das plantas usadas na medicina popular tradicional e identifique-as botanicamente, estimulando e recomendando o uso daquelas que tiverem comprovadas sua eficácia e segurança terapêuticas (LORENZI & MATOS, 2002).

A indústria de plantas medicinais e de fitoterápicos constitui importante fonte de inovação em saúde e pode fortalecer a produção com base na exploração da biodiversidade brasileira. Além disso, possibilita ampliar as terapêuticas ofertadas aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) na perspectiva de melhoria da atenção à saúde e de inclusão social (HASENCLEVER et al., 2017).

A produção de medicamentos através das plantas medicinais apresenta uma relação custo benefício melhor, quando comparadas aos produtos sintéticos, pois o custo de produção diminui o preço de venda, além de apresentar uma ação biológica eficaz e a toxicidade e os efeitos colaterais serem baixos (FUZÉR & SOUZA, 2003).

Nas últimas décadas do século XX, a insatisfação com a eficácia e o custo da medicina moderna, aliada à admiração pelo natural, levou milhões de pessoas em todo o mundo a utilizar medicamentos naturais, além do fato das empresas farmacêuticas reconhecerem que certas plantas eram fontes de substâncias para novos medicamentos servindo de protótipo (ROBBERS et al., 1997). Assim, a busca por novos produtos naturais de uso farmacológico impulsionou a pesquisa botânica no Brasil (LORENZI & MATOS, 2002).

Duas importantes políticas foram estabelecidas pelo Governo Brasileiro em 2006 para maior valorização e reconhecimento deste recurso terapêutico: A Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no SUS e a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápico. Ambas apresentam incentivos à pesquisa com relação ao uso de plantas

medicinais e fitoterápicos que possam ser disponibilizados com qualidade, segurança e eficácia à população, priorizando a biodiversidade do país (BRASIL, 2006).

Com estas ações em prática, é possível estabelecer no Brasil o uso de plantas medicinais, como na Alemanha, cujo mercado de fitoterápicos é significativo, cerca de 60% dos médicos alemães prescrevem fitoterápicos à população (ANVISA, 2010). Canadá, França, Alemanha e Itália, por exemplo, relatam que entre 70% e 90% de suas populações têm utilizado medicamentos tradicionais (ROBINSON & ZHANG, 2011).

A produção em escala comercial no Brasil ocorre principalmente no estado do Paraná, que responde a 90% de toda a produção de plantas medicinais do país, produzindo 40 mil toneladas por ano, sendo proveniente de três mil hectares plantados com diferentes culturas, podendo ser comercializadas em feiras livres de cidades de todo país (CORRÊA JÚNIOR, 2005; ROCHA et al., 2013). Assim, é necessário o conhecimento dos tratos culturais, variações climáticas, tipo de solo, época de colheita, secagem armazenamento e produção de sementes das plantas medicinais (FATIMA, 1999; OLIVEIRA et al., 2011).

## **2.2 *Dysphania ambrosioides* (L) Mosyakin & Clemants**

### **2.2.1 Aspectos Botânicos**

Em 2012, uma nova classificação, através de estudos de filogenia molecular com marcadores de DNA, incluíram *Dysphania ambrosioides* L. que pertencia à família Chenopodiaceae à família Amaranthaceae (FUENTES-BAZAN et al., 2012; FUENTES-BAZAN et al., 2016; SÁ et al., 2016)

A família Amaranthaceae apresenta cerca de 170 gêneros e 2000 espécies, sendo que no Brasil ocorrem 20 gêneros nativos e aproximadamente 100 espécies (SANTOS et al., 2010). *Dysphania ambrosioides* L. é uma espécie dominante em comunidades antropófitas ou ruderais, conhecida popularmente como: erva-de-santa-maria, ambrisina, ambrósia-do-méxico, erva-embrósia, erva-santa, lombrigueira, mastruço e mastruz (LORENZI & MATOS, 2002; GROZEVA & CVETANOVA, 2013).

*D. ambrosioides* L. é nativa da América Central e do Sul, e tem sido utilizada em sua culinária tradicional e medicina popular desde tempos pré-hispânicos (PICO & NUEZ, 2000; LORENZI & MATOS, 2002). Atualmente é comercialmente cultivada no norte e centro do México (BLANCKAERT et al., 2012). No Brasil, sua distribuição é extensa, ocorrendo em quase todo o território (LIMA et al., 2006).

*D. ambrosioides* L. é uma planta herbácea de ciclo anual, com duração de nove meses e reprodução por sementes que são pequenas, pretas, lustrosas e ricas em óleo; a altura desta planta varia de 20 cm até 1,50 m; possui caule ereto e muito ramificado; inflorescência em glomérulos pequenos, verde amareladas; fruto envolto por um pericarpo fino; elevada produção de sementes chegando a dezenas de milhares por planta (LORENZI & MATOS, 2002; LIMA et al., 2006; BLANCKAIRT et al., 2012).

*D. ambrosioides* L. tem como unidade de dispersão a semente. A semente de *D. ambrosioides* L. é lenticular comprida, irregularmente arredondada, geralmente apresentam diâmetro que varia de 0,7 a 0,9 mm, sendo 0,6 a 0,7 mm de comprimento por 0,7 a 0,9 mm de largura e 0,4 a 0,5 mm de espessura, o tegumento varia de preto a castanho avermelhado, é brilhante, liso e parcialmente ou totalmente envolto pelo pericarpo membranáceo de cor castanho-amarelado (GROTHI & JARMADO, 1982).

### 2.2.2 Usos e propriedades

As substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas são componentes químicos que apresentam atividades terapêuticas, a exemplo de óleos essenciais que constituem a proteção da planta contra predadores e infestantes, atrativo para sua polinização e repelente contra herbívoros (MACEDO et al., 2010; PEREIRA et al., 2010).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera *D. ambrosioides* L. como uma das plantas medicinais mais utilizadas no mundo devido à ampla distribuição no planeta (LORENZI & MATOS, 2002). O uso medicinal desta espécie foi relatado pela primeira vez na literatura europeia no século XVIII, pelo botânico Peter Kalm, que cita o uso da planta pelos nativos e pelos europeus nas colônias americanas para eliminar o verme intestinal *Ascaris* sp. (KLIKS, 1985). Smillie e Pessoa, em 1924, foram os primeiros a demonstrar que a atividade anti-helmíntica do óleo era devido à presença do monoterpene ascaridol (GUPTA et al., 2002).

Além do uso para eliminar *Ascaris* sp, o óleo mostrou atividade promissora contra *Trichomonas vaginalis* com uma concentração inibitória mínima de 25 mg.mL<sup>-1</sup> (FIDALGO et al., 2004). A atividade anti-helmíntica in vitro sobre *Eudrilus eugeniae* também foi verificada através do uso do extrato aquoso e sumo puro (OLIVER et al., 2006).

O tratamento com extrato hidroetanólico a 70% de *D. ambrosioides* L. foi eficaz na inibição do carcinoma de Ehrlich em camundongos quando o extrato foi dado antes e mesmo

quando dado após a implantação do carcinoma (NASCIMENTO et al., 2006). DEMBITSKY (2008) mostrou o efeito inibitório do ascaridol contra várias linhagens de células de câncer de pele de camundongo. O extrato induz uma imunomodulação positiva no organismo o que poderia explicar a atividade antitumoral da planta (CRUZ et al., 2007). Ye et al., (2015) comprovou o efeito bactericida in vitro com *H. pylori* e in vivo com ratos infectados.

Outra propriedade de *D. ambrosioides* L. é a redução de hipertermia sessenta minutos após a administração (HALLAL et al., 2010). Ngo Bum et al (2011), em estudo in vivo com ratos, submetidos aos testes de labirinto da cruz e hipertermia induzida por estresse, mostrou atividade ansiolítica e antipirética.

As folhas erva-de-santa-maria proporcionou em efeito hipotensivo em estudo in vivo com ratos anestesiados, o extrato hexânico reduziu a reação inflamatória, o extrato hidroalcoólico tem efeito sobre o metabolismo ósseo, pois altera as proteínas sanguíneas e enzimas que impedem a perda óssea e a substituição da medula óssea por adipócitos (REIS et al., 2010; ASSAIDI et al., 2014; SOARES et al, 2015).

O uso tradicional da erva-de-santa-maria como inseticida doméstico é antigo e todas as suas partes frescas são usadas com esta finalidade para afugentar pulgas e percevejos quando colocadas sob as camas e colchões ou varrendo os cômodos com vassouras improvisadas com esta planta (CORRÊA, 1984). Assim, a erva-de-santa-maria é uma espécie vegetal promissora para utilização em sistemas de manejo fitossanitário de pragas, uma vez que possui atividade repelente e inseticida sobre diversas famílias de insetos (PROCÓPIO et al., 2003; TAVARES & VENDRAMIM, 2005; GIRÃO FILHO et al., 2014).

Na agricultura o produto UDA-245, que contém 25% de óleo essencial de *D. ambrosioides*, foi eficaz contra o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) e o ácaro vermelho europeu (*Panonychus ulmi* Koch) quando testado em diversas plantas comestíveis e ornamentais (CHIASSON et al., 2004).

O extrato aquoso de *D. ambrosioides* L. a 10% apresentou efeito na oviposição de *Plutella xylostella*, em discos de folhas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivar Georgia, que foram imersos no extrato por um minuto e o uso de sacos de juta impregnados com o extrato aquoso reduz o dano causado por duas pragas: *Acanthoscelides obtectus* e *Callosobruchus maculatus*, às sementes armazenadas de feijão, por até seis meses ((MEDEIROS et al., 2005; KOONA; et al., 2007). O óleo essencial de *D. ambrosioides* L.

proporcionou reduções significativas do ácaro *Tetranychus urticae*, no manejo de morango (PRICE & NAGLE, 2009).

Folhas inteiras ou em pó de *D. ambrosioides* L. aplicadas a uma proporção de 1,5 kg por 100 Kg de feijão (*Phaseolus vulgaris*) contra *Acanthoscelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus*, sob condições de laboratório, apresentaram 100% de mortalidade de insetos adultos em menos de três dias e nenhum descendente e com o uso de 200 g por 100 kg de grãos resultou em 100% de mortalidade dentro de 24 horas, reduziu o número de grãos danificados e manteve germinação após 5 meses de armazenamento (PAUL et al., 2009).

A aplicação de 25 µl de óleo essencial de *D. ambrosioides* por litro de ar, causou uma mortalidade de 100% das larvas de *Lycoriella ingénua*, demonstrando ser um bom inseticida quando aplicado como fumigante e a 90% em etanol repeliu o mosquito *Aedes aegypti*, por cerca de uma hora (PARK et al., 2006; GILLIJ et al., 2008). O extrato etanólico apresentou repelência contra o *Amblyomma cajennense* semelhantes aos obtidos com DEET (N, N-dietil-3metilbenzamida), no entanto, houve perda rápida da atividade repelente devido à rápida evaporação de compostos ativos (SOARES et al., 2010).

O extrato aquoso de erva-de-santa-maria quando incorporado ao solo possui ação antinematóides in vitro quando estocado por 24 horas e nas concentrações de 2 e 20%, sobre *Pratylenchus brachyurus*, sendo uma opção para seu controle (MELLO et al., 2006; ALMEIDA et al, 2007). Além de ter efeito antifúngico, no armazenamento de uvas tratadas com óleo de *D. ambrosioides* L. contra o fungo *Botrytis cinerea*, que mostrou elevada toxicidade, 100% de inibição de crescimento (TRIPATHI et al., 2008).

A erva-de-santa-maria tem sido utilizada também na culinária tradicional no México e na Europa onde as folhas são usadas, frequentemente, como condimento e na preparação de bebidas e bolos (PICÓ & NUEZ, 2000).

### **2.3 Aspectos que influenciam a germinação**

A germinação é um processo de retomada da atividade metabólica do eixo embrionário, culminando na emergência da radícula, sendo uma sequência de eventos fisiológicos, influenciados por alguns fatores relacionados aos processos físicos, bioquímicos e fisiológicos da semente (MARINI et al., 2012; TAIZ & ZEIGER, 2013), são dependentes de condições ambientais e de semente viável (BEWLEY et al., 2013; ZUCARELI et al., 2015).

A porcentagem de germinação varia dependendo da espécie e mesmo dentro de cultivares da mesma espécie (ANDRADE & JASPER, 2013; LONE et al., 2014). Para que ocorra a germinação de uma semente são necessários alguns fatores: quantidade de água suficiente, temperatura adequada, substrato e algumas sementes necessitam de luz (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

O efeito da temperatura na germinação de sementes tem sido amplamente estudado nos últimos anos, sendo possível conhecer as características de cada espécie quanto à capacidade de propagação de plântulas em determinados locais e épocas do ano, o que também pode variar dependendo da qualidade genética, fisiológica e física e do estado de sanidade da semente (ANDRADE & JASPER, 2013);

Existem temperaturas mínimas, máximas e as temperaturas ótimas sob as quais o processo de germinação ocorre mais rapidamente em um espaço de tempo mais curto (MARCOS-FILHO, 2015). As temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Cada espécie requer uma faixa ótima de temperatura para que esse processo ocorra da maneira mais eficiente, com maior velocidade e uniformidade (ALVES et al., 2012). Estudos relacionados ao efeito da temperatura na germinação são essenciais para a compreensão dos processos ecofisiológicos, bioquímicos e como as sementes são influenciadas pelas condições térmicas proporcionadas pelo ambiente (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

A temperatura afeta a absorção de umidade e regula as reações bioquímicas e enzimáticas do metabolismo (BEWLEY et al., 2013; FLORES et al., 2014). Temperaturas mais elevadas contribuem para maior ativação da energia da água, aumentando a introdução de água nas sementes em menor espaço de tempo, favorecendo a reativação dos processos de germinação, com aumento da atividade respiratória e liberação de energia para germinação (MARCOS FILHO, 2015).

A temperatura pode regular a germinação determinando a capacidade e taxa de germinação, quanto a velocidade de germinação; removendo a dormência primária ou secundária; e induzindo dormência secundária (BEWLEY et al., 2013).

Determinadas espécies germinam melhor quando expostas a alternância de temperaturas, enquanto que outras têm sua germinação favorecida quando são submetidas a

temperaturas constantes (ALVEZ; GODOY; CORRÊA, 2011). As sementes que respondem à alternância de temperatura apresentam mecanismos enzimáticos que funcionam em diferentes temperaturas (VASQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993) e, segundo Borges & Rena (1993), essa resposta corresponde, provavelmente, a uma adaptação às flutuações naturais do ambiente. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2012), variação de temperatura tem influência sobre o tegumento da semente, deixando-o mais permeável à água e ao oxigênio, podendo interferir diretamente sobre substâncias promotoras e inibidoras da germinação e Ferraz Grande e Takaki (2006) temperatura maior que a ótima extravasa substâncias para o meio, possibilitando o desenvolvimento de microrganismos como fungos e bactérias, indicando sua deterioração.

A melhor resposta das sementes às condições de alternância de temperatura e luz é frequentemente encontrada em sementes de espécies nativas que apresentam dormência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Vale ressaltar que a alternância de temperatura pode promover a aceleração do processo germinativo de sementes não dormentes (COPERLAND & MCDONALD, 1999).

A luz, assim como a temperatura, também é um importante fator controlador a germinação de sementes, que depende de fatores genotípicos e ambientais durante sua formação, induzindo dormência ou promovendo germinação (VÁLIO, 2001). Tanto a intensidade, o comprimento de onda quanto o fotoperíodo, são variáveis conhecidas por exercerem efeito sobre a germinação de sementes (COPELAND & MCDONALD, 2001).

A sensibilidade das sementes à luz pode ser definida com base nas formas do fitocromo, ao invés de fotoblastismo (TAKAKI, 2001). Assim, a ativação ou inibição da germinação pela luz ocorre devido à ação do fitocromo, uma cromoproteína solúvel responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente, que na forma inativa (Fv), absorve o comprimento de onda vermelho (R) e é transformada em ativa (Fve), no qual o comprimento de onda no espectro vermelho (660nm) estimula a germinação, ao passo que a do espectro do vermelho distante (730nm) causa inibição (BEWLEY et al., 2013; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; TAIZ E ZEIGER, 2013).

Algumas espécies exibem comportamento fotoblástico, assim a germinação pode ser promovida ou inibida pela exposição à luz branca. Sementes que germinam em presença de luz é chamada de fotoblásticas positivas quando a germinação é inibida pela luz, é chamada de fotoblásticas negativas (CARDOSO, 2010).

Além da temperatura e da luz, o substrato também exerce influencia tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das plântulas, uma vez que fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, podem variar de acordo com o tipo de material utilizado (POPINIGIS, 1985; TONIN & PEREZ, 2006).

O substrato é o meio onde a semente é colocada para germinar, e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação da mesma (DOUSSEAU et al., 2008). Assim, constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e influencia a taxa de germinação das sementes em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, propensão à infestação por microrganismos, dentre outros (FIGLIOLIA et al., 1993).

Wagner Júnior et al. (2006), afirma que as funções básicas do substrato são a sustentação da planta e o fornecimento de nutrientes, água e oxigênio. O substrato pode ser formado por matéria-prima de origem mineral, orgânica ou sintética, contendo apenas um material como carvão, vermiculita, papel mata borrão, terra e areia, ou com uma mistura de diferentes tipos de componentes (KANASHIRO, 1999).

No processo de germinação, o substrato atua como suporte onde se condicionam as sementes para germinar, fornecendo condições adequadas para o desenvolvimento do processo e para o crescimento das plântulas (FIGLIOLA et al., 1993). Portanto para a escolha do substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, sua sensibilidade à luz, a facilidade que o mesmo oferece para a realização das contagens e para a avaliação das plântulas (BRASIL, 2009).

O substrato ideal deve ser de fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos e plantas daninhas, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, boa textura e estrutura (SILVA et al., 2001), além de manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração (POPINIGIS, 1985).

A avaliação desses substratos é feita comparando-se o desenvolvimento das raízes das plântulas germinadas, preferivelmente, por ocasião da primeira contagem porque os sintomas de inibição são mais pronunciados nas raízes em estágio inicial de desenvolvimento (BRASIL, 2009).

## 2.4 Vigor de sementes

Vigor caracteriza-se pela soma das propriedades que determinam o desempenho de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula, refletindo a manifestação de um conjunto de características que determina o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas buscando-se obter respostas complementares às fornecidas pelo teste de germinação expostas às mais variadas situações do ambiente (MARCOS FILHO, 2015). O teste de germinação apresenta limitações principalmente quanto à menor sensibilidade para a diferenciação da qualidade e à frequente discrepância dos resultados com a emergência das plântulas em campo (OHLSON et al., 2010; AMARO et al., 2019).

A avaliação por meio de testes de vigor permite a detecção de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentem germinação semelhante e que podem exibir comportamentos distintos em condição de campo ou mesmo durante o armazenamento. As diferenças no comportamento de lotes com germinação semelhante podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (RIBEIRO, 1999).

Os testes de vigor são úteis nas etapas de um programa de produção de sementes através da seleção de lotes para a semeadura, através da avaliação do potencial de armazenamento, avaliação do grau de deterioração e avaliação da qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2015).

O teste de envelhecimento acelerado tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, amostras com baixo vigor apresentam queda de viabilidade quando submetidas a níveis elevados de temperatura e umidade relativa, onde as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas na germinação produzindo plântulas normais após serem submetidas ao envelhecimento (PERES, 2010).

Já o teste de condutividade elétrica se mostra outra importante ferramenta na avaliação fisiológica de sementes, que avalia a quantidade de eletrólitos liberada pelas sementes durante a embebição, que está, diretamente, relacionada à integridade das membranas celulares (MATTHEWS & POWELL, 1981). Membranas mal estruturadas e células danificadas estão,

geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor (AOSA, 1983). O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (HEPBURN et al., 1984). Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (VIEIRA, 1994; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Para ambos os testes, a metodologia ainda não se encontra totalmente determinada para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Diante da falta de estudos com espécies medicinais há a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que investiguem a eficiência de testes de vigor na avaliação da qualidade de lotes de sementes, em especial a erva-de-santa-maria a qual tem a semente como o método de propagação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S. M. S. **Estudo Químico de Plantas com Atividade Inseticida sobre Insetos Sociais**. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química, UFSCAR, 2007. Tese de Doutorado. 277 p.
- ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S.S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; ESTRELA, F.A. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1208-1215, 2012.
- ANDRADE, R.A. & JASPER, S.P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.401-406, 2013.
- ARAÚJO NETO, J. C. **Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de Acacia polyphylla DC**. 2001. 109f. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ASSAIDI, A. et al. Hypotensive property of *Chenopodium ambrosioides* in anesthetized normotensive rats. **J Complement Integr Med**, v.11, n.1, p.1-7, 2014.
- BEWLEY, J. D., BRADFORD, K. J., HILHORST, H. W. M., AND NONOGAKI, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. New York, NY: **Springer**. doi: 10.1007/978-1-4614-4693-4
- BLANCKAERT, I., PAREDES-FLORES, M., ESPINOSA-GARCÍA, F.J. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, p. 557-573, 2012.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê Técnico de Sementes Florestais, 1993. p.83-135.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Brasília: ministério da saúde, 2006. 60p.
- BUTLER, M.S. Natural products to drugs: Natural product- derived compounds in clinical trials. **Natural Product Reports**, n. 25, p.475-516, 2008.
- CARDOSO, V. J. M. An adapted thermal-gradient block for the germination of photoblastic seeds. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 53:1267–1277, 2010.

CARVALHO, A.C.B.; BALBINO, E.E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J.P.S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. V. 18, n. 2, p. 314-319, 2008.

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

CHIASSON, H.; BOSTANIAN, N.J.; VINCENT, C. Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.97, n.4, p.1373-1377, 2004.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. 4.ed. Boston, MA: **Kluwer Academic Publishers**, 2001. 467p.

CORRÊA JUNIOR, C.; SCHEFFER, M.C. Produção de plantas medicinais, condimentares e aromáticas no estado do paraná. In: CORRÊA JUNIOR, C.; GRAÇA, L. R.; SCHEFFER, M.C. **Complexo agroindustrial das plantas medicinais, aromáticas e condimentares no estado do paraná: diagnóstico e perspectivas**. Curitiba: pr; colombo: embrapa florestas, 272 p, 2005.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v. 4, 1984.

CRUZ, G.V.B.; PEREIRA, P.V.S.; PATRÍCIO, F.J.; COSTA, G.C.; SOUZA, S.M.; FRAZÃO, J.B.; ARAGÃO-FILHO, W.C.; MACIEL, M.C.G.; SILVA, L.A.; AMARAL, F.M.M.; BARROQUEIRO, E.S.B.; GUERRA, R.N.M.; NASCIMENTO, F.R.F. Increase of cellular recruitment, phagocytosis ability and nitric oxide production induced by hydroalcoholic extract from *Chenopodium ambrosioides* leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 148-154, 2007.

DEMBITSKY, V.M.. Bioactive peroxides as potential therapeutic agents. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 43, n. 2, p. 223-251, 2008.

DOUSSEAU, S. et al. Germina o de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.438-43, 2008.

ELVIN-LEWIS, memory. Should we be concerned about herbal medicines? **Journal of ethnopharmacology**, v. 75, n. 2-3, p. 141-164, 2001.

FATIMA, S. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (palmarosa) cultivars. **Journal of Essential Oil Research**, v.11, n.4, p. 491-496, 1999. Oliveira et al., 2011.

FERRAS GRANDE, F.G.A.; TAKAKI, M. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na Germina o de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (caesalpinoideae). **Bragantia**, v.65, n.1, p.37-42, 2006.

FERREIRA, A.G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FIDALGO, L. M. et al. Propiedades antiprotozoarias de aceites esenciales extraídos de plantas cubanas. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 56, n. 3, p. 230-233, 2004.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L.; GUIMARÃES, V.M.; GONÇALVES, J.F.C.; ATAÍDE, C. M.; BARROS, D. P. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, v.20, n.2, p.401408, 2014.

FUENTES-BAZAN et al., Fuentes-Bazan S, Mansion G, Borsch T (2012) Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae). **Mol Phyl Evol** 62: 359–374, 2012.

FUENTES-BAZAN S, UOTILA P., BORSCH, T. A novel phylogeny-based generic classification for *Chenopodium* sensu lato, and a tribal rearrangement of Chenopodioideae (Chenopodiaceae). **Willdenowia** 42: 5–24. SÁ et al., 2016.

FUZÉR, L.; SOUZA, I. IBAMA dá início a núcleo de plantas medicinais. **Bionotícias**, Rio de Janeiro, n. 57, p.6-7, 2003.

GILLIJ, Y.G.; GLEISER, R.M.; ZYGADLO, J.A. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 7, p. 2507-2515, 2008.

GIRÃO FILHO, J.E.; ALCÂNTARA NETO, F.; PÁDUA, L.E.M.; PESSOA, E.F. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.3, p.499-504, 2014.

GROTHI, D.; JARMADO, A; Caracterização das Unidades de dispersão de seis espécies invasoras da ordem Caryophyllales, **Revista Brasileira de Sementes**, 4(3), 35-60; 1982.

GROZEVA, N. H.; CVETANOVA, Y. G. Karyological and morphological variations within the genus *Dysphania* (Chenopodiaceae) in Bulgaria. **Acta Botanica Croatica**, Zagreb, v. 72, n. 1, p. 49-69, 2013.

GUPTA, D.; CHARLES, R.; MEHTA, V.K.; GARGA, V.K.; KUMARA, S. Chemical examination of the essential oil of *C. ambrosioides* L. from the Southern hills of India. **The Journal of Essential Oil Research**, v. 14, n. 12, 93-94, 2002.

HALLAL, A.; BENALI, S.; MARKOUK, M.; BEKKOUCHEA, K.; LARHSINI, M.; CHAIT, A.; ROMANE, A.; ABBAD, A; EL ABDOUNI, M.K. Evaluation of the Analgesic and Antipyretic Activities of *Chenopodium ambrosioides* L. **Asian Journal of Experimental Biological Sciences**, v. 1 n. 1, p. 189-192, 2010.

HASENCLEVER, L.; PARANHOS, J.; COSTA C.R.; CUNHA, G.; VIEIRA, D. A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(8):2559-2569, 2017.

KANASHIRO, S. **Efeito de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

KLIKS, M.M. Studies on the traditional herbal anthelmintic *Chenopodium ambrosioides* L.: ethnopharmacological evaluation and clinical fields trials. **Social Science and Medicine**, v. 21, 879-886, 1985.

KOONA, P.; TATCHAGO, V.; MALAA, D. Impregnated bags for safer storage of legume grains in West and Central Africa. **Journal of Stored Products Research**, v. 43, n. 3, p. 248-251, 2007.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 170p.

LIMA, J. L. S. et al. **Plantas medicinais de uso comum no Nordeste do Brasil**. Campina Grande, paciornik, 81p, 2006.

LONE, A.B.; COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de *pitaya*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2251-2258, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MACEDO, I.T.F.; BEVILAQUA, C.M.L., DE OLVEIRA, L.M.B.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A.L.F.; VIEIRA, L.S.; OLIVEIRA, F.R.; QUEIROZ-JUNIOR, E.M.; TOMÉ, A.R.; NASCIMENTO, N.R.F. Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. **Veterinary parasitology**, v.173,n.1-2, p.93-98, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MARINI, P.; MORAES, C.L.; MARINI, N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

MEDEIROS, C.A.M.et al. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 227-232, 2005.

MELLO, A.F.S.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M.. Potencial de Controle da Erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 5, 2006.

NASCIMENTO, F.R.F.; CRUZ, G.V.B.; PEREIRA, P.V.S.; MACIEL, M.C.G.; SILVA, L.A.; AZEVEDO, A.P.S.; BARROQUEIRO, E.S.B.; GUERRA, R.N.M. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. **Life Sciences**, v. 78, n. 22, p. 2650-2653, 2006.

NGO BUM, E. Anxiolytic activity evaluation of four medicinal plants from Cameroon. **Afr. J Tradit Complement Altern Med**, v.8, n.5, p.130-139, 2011.

Nobre, D. A. C., David, A. M. S. S., Souza, V. N. R., Oliveira, D., Gomes, A. A. M., Aguiar, P. M., & Mota, W. F. (2013). Influência do ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de amaranto. **Comunicata Scientiae**, 4(2), 216-219.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, P.A.; MATOS, C.R.R.; MATHIAS, L.; MOREIRA, R.O. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*. **Química nova**, v.34, n.7, p. 1200-1204, 2011.

OLIVER, E.A.; PRADO, E.A.S.; RODRIGUEZ, F.I.P.; ESCANDÓN, M.C.C.; GONZÁLEZ, M.A.A.. Actividad antihelmíntica in vitro de extractos de *Azadirachta indica* A Juss, *Momordica charantia* L. y *Chenopodium* (Teloxys) *ambrosioides* L. Weber. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v. 7, n. 11, 2006.

PARK, I.; CHOI, K.; KIM, D.; CHOI, I.; KIM, L.; BARK, W.; CHOI, J.; SHIN, S. Fumigant activity of plant essential oils and components from horseradish (*Armoracia rusticana*), anise (*Pimpinella anisum*) and garlic (*Allium sativum*) oils against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). **Pest Management Science**, v. 62, n. 8, p. 723-728, 2006.

PAUL, U.V.; LOSSINI, J.S.; EDWARDS, P.J.; HILBECK, A. Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, n. 2, p. 97-107, 2009.

PEREIRA, W.S.; RIBEIRO, BP.; SOUSA,AIP.; SERRA,ICPB.; MATTAR,NS.; FORTES,T.S.; ARAMYS, S.; REIS, AS.; SILVA, L.A.; BARROQUEIRO, ESB.; GUERRA, RNM.; NASCIMENTO, FRF. Evaluation of the subchronic toxicity of oral treatment with *C. ambrosioides* in mice. **Journal of ethnopharmacology**, v. 127, n. 3, 602-605, 2010.

PICÓ, B.; NUEZ, F. Minor crops of Mesoamerica in early sources (II). Herbs used as condiments. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 47, p. 541-552, 2000.

PINTO, A. C. ET AL. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química nova**, v. 25, supl. 1, p. 45-61, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: [s.n.], 1985. 289 p.

PRICE, J.F.; NAGLE, C.A.; Response of twospotted spider mite populations to programs of abamectin, bifenazate, hexythiazox, spiromesifen, and an essential oil of *Chenopodium*

*ambrosioides* miticides in Florida strawberry crops. **Acta Horticulturae**, v. 842, p.331-334, 2009.

PROCÓPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; SANTOS, J.B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação à *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v.27, n.6, p.1231-1236, 2003.

SÁ,R.D., ASAPH S.C.O. SANTANA, F.C.L.,SILVA B.,SOARES L.A.L., RANDAUA, K. P. Anatomical and histochemical analysis of *Dysphania ambrosioides* supported by light and electron microscopy. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. n 26, 533–543, 2016.

REIS, M.; TRINCA, A.; FERREIRA, M.J.U.; MONSALVE-PUELLO, A. R.; GRÁCIO, M.A.A. Toxocara canis: Potential activity of natural products against second-stage larvae in vitro and in vivo. **Experimental Parasitology**, v. 126, n. 2, p. 191-197, 2010.

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYEER, V.E. **Farmacognosia & Farmacobiocologia**. São Paulo/SP. Premier, p. 111-113, 1997.

ROBINSON, M.M. & ZHANG, X. **The world medicines situation 2011 - traditional medicines: global situation, issues and challenges**. Geneva: world health organization, 12 p, 2011.

ROCHA, F.A.G.; ARAÚJO, S.L.G.; LIMA, T.G.D.; SILVA, E.R.; SILVA, P.A.; GUNDIM, M.K.M.; ARAÚJO, M.F.F.; COSTA, N.D.L. Características do comércio informal de plantas medicinais no município de Lagoa Nova/RN. **Holos**, v.5, p. 264-281, 2013.

SANTOS JÚNIOR H. M., OLIVEIRA D., DE CARVALHO D. A., PINTO J. M., CAMPOS V. A., MOURÃO A. R., PESSOA C., DE MORAES M. O., COSTA-LOTUFO L. V. Evaluation of native and exotic Brazilian plants for anticancer activity. **Journal of Natural Medicines**, 64(2):231-238, 2010.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; PETROVICK, P.R. Produtos de origem vegetal e o desenvolvimento de medicamentos. In SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P; MENTZ, L.A.;PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. Ed. Rev. Porto alegre/florianópolis: editora da ufrgs/editora da ufsc, 2003.

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

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P; MENTZ, L.A.;PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. Ed. Rev. Porto alegre/florianópolis: editora da ufrgs/editora da ufsc, 2003.

SOARES, S.F.; BORGES, L.M.F.; BRAGA, R.S.; FERREIRA, L.L.; LOULY, C.C.B.; TRESVENZOL, L.M.F.; PAULA, J.R.; FERRI, P.H. Repellent activity of plant-derived compounds against *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) nymphs. **Veterinary Parasitology**, v. 167, p. 67-73, 2010.

SOUZA, G. E. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 35-41, out./dez. 2014.

SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada a medicina veterinária**. 3ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara, 247p, 2002.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5ª.ed. Porto AlegreRS: Artmed, 2013, 954 p.

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

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade da ervade-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, São Paulo, v.34, n.2, p.319-323, 2005.

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

TRIPATHI, P.; KASHYAP, L.; SINGH, V. The role of nitric oxide in inflammation reactions. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 51, n. 3, 443-453, 2007.

VALE, N.B. A farmacobotânica, ainda tem lugar na moderna anestesiologia? **Revista Brasileira anestesiologia**. 52(3): 368-80, 2002.

VÁLIO, I. F. M., & SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, 24(1):79-84, 2001.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, n.1, p.69-87, 1993.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.

WAGNER JÚNIOR, A.; PIMENTEL, L.D.; NEGREIROS, J.R.S.; NERES, C.R.L.; ALEXANDRE, R.S.; DINIZ, E.R.; BRUCKNER, C.H. Influência do tempo de embebição em água sobre a dormência de sementes de pinha (*Annona squamosa* L.). **Ceres**, v.53, n.307, p.317-332, 2006.

YE H., LIU Y., LI N., YU J., CHENG H., LI J., ZHANG, XUE-ZHI; Antihelicobacter pylori activities of *Chenopodium ambrosioides* L. in vitro and in vivo. **World J Gastroenterol**. v.2, n.14, 4178-4183, 2015.

ZUCARELI, V.; HENRIQUE, L.A.; ONO, E.O. Influence of light and temperature on the germination of *Passiflora incarnata* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v.34, n.2, p.162-167, 2015.

## Artigo 1

### Aspectos fisiológicos do processo germinativo de sementes de *Dysphania ambrosioides* (L) Mosyakin & Clemants

#### Resumo

*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants é uma planta medicinal amplamente utilizada em todo o mundo. A metodologia do teste de germinação para esta espécie não está definida, devido à escassez de trabalhos referentes às condições ideais para a realização do teste germinação. Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial germinativo de sementes de erva-de-santa-maria em resposta a diferentes temperaturas, fotoperíodos, métodos de remoção do pericarpo e substratos na germinação, bem como, estabelecer o número de dias para a avaliação da primeira contagem (PC) e germinação e avaliar o efeito de partes do fruto na germinação de sementes de alface. Para avaliar o potencial germinativo das sementes, foram conduzidos três experimentos. O primeiro experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 x 6 x 2, sendo cinco lotes de sementes, seis temperaturas de germinação (15, 20, 25, 30, 15-25 e 20-30 °C) e dois regimes de luz (12 horas de luz e escuro constante). No segundo experimento utilizou-se o esquema fatorial 2 x 5, sendo dois substratos de germinação (papel e vermiculita) e cinco lotes de sementes. Para o terceiro experimento utilizou-se o esquema fatorial 4 x 3 x 3, sendo quatro lotes de sementes, três métodos de remoção do pericarpo (sem remoção, remoção via escarificação em água e remoção via escarificação em peneira) e três fotoperíodos (8/16, 12/12 e 16 horas de luz/8 horas de escuro). O quarto experimento utilizou-se de esquema fatorial 4x3, sendo 4 concentrações e 3 tipos de substratos (sementes, pericarpo e fruto). Foram avaliadas a porcentagem de plântulas normais, velocidade de germinação e número de dias para avaliação da primeira contagem e germinação. A temperatura alternada de 15-25 °C com fotoperíodo 16 h de luz e o substrato papel são adequados para condução do teste de germinação. A PC e a germinação podem ser realizadas aos seis e dez dias após a montagem do teste de germinação. A remoção do pericarpo em peneira propicia maior germinação e velocidade de germinação para as sementes. O extrato de fruto e pericarpo retardam a germinação das sementes e em concentrações elevadas no extrato com fruto observa-se uma grande quantidade de plântulas anormais de alface.

Termos para indexação: Plantas medicinais, fotoperíodo, remoção do pericarpo, temperatura alternada.

## Abstract

*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants is a medicinal plant widely used throughout the world. The germination test methodology for this species is not defined due to the scarcity of studies referring to the ideal conditions for the germination test. The objective of this work was to evaluate the germination potential of Santa Maria seeds in response to different temperatures, photoperiods, methods of removal of the pericarp and substrates in germination, as well as to establish the number of days for the evaluation of the first counting (FC) and germination and to evaluate the effect of parts of the fruit on the germination of lettuce seeds. To evaluate the germination potential of the seeds, three experiments were conducted. The first experiment was conducted in a 5 x 6 x 2 factorial scheme, with five seed lots, six germination temperatures (15, 20, 25, 30, 15-25 and 20-30 °C) and two light regimes (12 hours of light and dark constant). In the second experiment, the 2 x 5 factorial scheme was used, with two germination substrates (paper and vermiculite) and five seed lots. For the third experiment, the 4 x 3 x 3 factorial scheme was used, four seed lots, three methods of pericarp removal (without removal, removal by scarification in water and removal by scarification in sieves) and three photoperiods (8 / 16, 12/12 and 16 hours light / 8 hours dark). The fourth experiment was used a 4x3 factorial scheme, being 4 concentrations and 3 types of substrates (seeds, pericarp and fruit). The percentage of normal seedlings, germination speed and number of days for the evaluation of the first count and germination were evaluated. The alternating temperature of 15-25 °C with photoperiod 16 h light and the paper substrate are suitable for conducting the germination test. FC and germination can be performed six and ten days after germination test assembly. The removal of the pericarp in sieves gives greater germination and speed of germination to the seeds. The fruit and pericarp extract slow the germination of the seeds and in high concentrations in the extract with fruit a great amount of abnormal seedlings of lettuce is observed.

Index terms: Medicinal plants, photoperiod, removal of pericarp, alternate temperature

## Introdução

*D. ambrosioides* L. é uma espécie nativa da região mesoamericana ocorrendo em comunidades antropófitas ou ruderais e pertencente à família Amaranthaceae (FUENTES-

BAZAN et al., 2012; FUENTES-BAZAN et al., 2016; GROZEVA & CVETANOVA, 2013; SÁ et al., 2016). A espécie é conhecida popularmente como erva-de-santa-maria, erva-santa, lombrigueira, mastruço e mastruz (LORENZI & MATOS, 2002) e apresenta propriedades medicinais comprovadas, tais como atividade ansiolítica, antipirética, hipotensivo e bactericida (ASSAIDI et al., 2014; HALLAL et al., 2010; NGO BUM et al., 2011 YE et al., 2015) e impedem a perda óssea (SOARES et al., 2015).

A reprodução desta espécie ocorre através de sementes cuja produção pode chegar a milhares de sementes por planta. O tegumento das sementes varia de preto a castanho avermelhado sendo parcialmente ou totalmente envolto por pericarpo membranáceo de cor castanho-amarelado (BLANCKAIRT et al., 2012, GROTHI & JARMADO, 1982; LORENZI & MATOS, 2002). Sabe-se que presença de pericarpo em espécies da família Amaranthaceae pode afetar a germinação via inibidores químicos e/ou mecânicos (WEI & JIANG, 2010).

Dentre as condições ambientais que interferem no processo de germinação vale destacar a temperatura, a luz e o substrato. A temperatura pode regular a germinação determinando a capacidade e a taxa de germinação, removendo a dormência primária ou secundária e induzindo a dormência secundária, assim o efeito da temperatura na germinação tem sido amplamente estudado nos últimos anos (ANDRADE & JASPER, 2013; BEWLEY et al., 2013).

A temperatura interfere nas reações bioquímicas e enzimáticas que regulam o metabolismo das sementes (BEWLEY et al., 2013; FLORES et al., 2014). Como em qualquer reação química, existe uma temperatura ótima para que esse processo ocorra da maneira mais eficiente, com maior velocidade e uniformidade já as temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, o que pode levar à redução no total de germinação (ARAÚJO NETO et al., 2003; ALVES et al., 2012; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; BEWLEY et al., 2013).

A luz é um dos principais fatores controladores de germinação de sementes que depende de fatores genotípicos e ambientais durante sua formação que podem induzir a dormência ou promover a germinação (VÁLIO & SCARPA, 2001). Assim, a sensibilidade da semente ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e tempo de irradiação (LABOURIAU, 1983).

O substrato é outro fator que influencia na germinação das sementes uma vez que fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de

patógenos, podem variar de acordo com o tipo de material utilizado (TONIN & PEREZ, 2006). Para a condução do teste de germinação de sementes da família Amarantaceae, tem-se recomendado o uso de papel e vermiculita (FERREIRA et al., 2008; BRASIL, 2009).

Diversos fatores devem ser observados para o teste de germinação em relação a escolha do substrato, tais como o tamanho da semente, a exigência com relação à quantidade de água, a sensibilidade à luz e a facilidade que o mesmo oferece para a realização das contagens e para a avaliação das plântulas (SILVA et al., 2001; BRASIL, 2009).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial germinativo de sementes de *D. ambrosioides* em resposta a diferentes temperaturas, ausência ou presença e horas de luz, métodos de remoção do pericarpo e substratos na germinação, avaliar o efeito do extrato de fruto, pericarpo e sementes de erva-de-santa-maria na germinação de sementes de alface bem como, estabelecer o número de dias para a avaliação da primeira contagem e germinação.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando cinco lotes (Lote 1, 2, 3, 4 e 5) de sementes de erva-de-santa-maria (*Dysphania ambrosioides* L) obtidos através com coleta de frutos em diferentes setores do Departamento de Agricultura da UFLA (DAG). Após a coleta os frutos foram colocados em sacos de papel, mantidos em sala arejada por sete dias para completar a secagem e beneficiados manualmente visando eliminar as impurezas oriundas da planta. Posteriormente, cada lote foi dividido em duas amostras de sementes acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria (10 °C e 40% de umidade relativa do ar).

O teor de água foi determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 h (BRASIL, 2009), utilizando quatro repetições de sementes sem pericarpo para cada lote. A massa de mil sementes foi determinada com oito repetições de 100 sementes pesadas em balança de precisão (0,0001 g), sendo os resultados expressos em g (BRASIL, 2009).

### **Experimento 1: Temperatura e luz na germinação**

Para avaliar o efeito de temperaturas e luz sobre a germinação de erva-de-santa-maria, cinco lotes de sementes foram desinfestados em hipoclorito de sódio a 2% por 3 minutos e quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata borrão umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. O teste de germinação foi

conduzido em caixas gerbox mantidas em câmara do tipo B.O.D. com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Foram avaliadas quatro temperaturas constantes (15, 20, 25 e 30 °C) e duas temperaturas alternadas (15-25 °C e 20-30 °C), nas quais utilizou-se luz para a maior temperatura. Para avaliar o efeito da ausência de luz, as gerbox foram envoltas por papel alumínio e as avaliações realizadas em sala escura com luz verde. A porcentagem de germinação avaliada aos 21 dias após a sementeira, considerando-se com plântulas normais aquelas que apresentavam cotilédones abertos, hipocótilo e radícula desenvolvidos. Durante o teste de germinação a porcentagem de plântulas normais foi contabilizada diariamente para calcular a velocidade de germinação conforme Maguire (1962).

O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 6 x 2, sendo cinco lotes, seis temperaturas e dois regimes de luz (12 horas de luz e escuro constante). As médias do fator “temperatura” foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e as médias do fator “regimes de luz” foram comparadas pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Após identificar a melhor temperatura de germinação, aplicou-se a análise de regressão não linear aos dados acumulados de plântulas normais dos cinco lotes estudados visando obter o número de dias necessário para a primeira contagem ( $t_0$ ) e contagem final para o teste de germinação (Tomaz et al., 2016; Affonso et al., 2018), definida neste trabalho como o tempo necessário para obtenção da máxima porcentagem de germinação. Para descrever a relação entre a germinação (%G) e o tempo de germinação (t) foi aplicada a seguinte equação:

$$\%G = \%G_0 + \frac{a}{1 + \exp\left(-\frac{t - t_0}{b}\right)}$$

em que:

%G - porcentagem de germinação no tempo t;

%G<sub>0</sub> - porcentagem inicial de germinação;

a - porcentagem máxima de germinação;

t - número de dias após a montagem do teste de germinação;

t<sub>0</sub> - número de dias para atingir a metade da porcentagem máxima germinação;

b - descreve uma constante de tempo.

**Experimento 2:** Substrato para germinação

O teste de germinação foi conduzido com dois substratos (papel e vermiculita) umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato. Utilizou-se cinco lotes de sementes sem pericarpo removido peneira e desinfestadas em hipoclorito (2% por 3 minutos). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas sobre duas folhas de papel mata borrão e 25 g de vermiculita umedecida com 80ml de água, acondicionadas em caixas gerbox e mantidas em B.O.D. com temperatura alternada de 15-25 °C com 12 horas de luz e 12 horas de escuro, com fornecimento de luz para a maior temperatura. A porcentagem de plântulas normais foi contabilizada aos seis (primeira contagem) e dez (germinação) dias após a montagem do teste, bem como, foi calculado o índice de velocidade de germinação conforme Maguire (1962).

O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco lotes e dois substratos. As médias dos fatores “substrato” foram comparadas pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

**Experimento 3:** Métodos de remoção de pericarpo e fotoperíodo

Para avaliar a interferência do pericarpo na germinação das sementes de erva-de-santa-maria, quatro lotes (Lotes 2, 3, 4 e 5) de frutos foram divididos em três amostras e submetidos separadamente aos seguintes métodos de remoção do pericarpo: controle - sementes com pericarpo; remoção em água - os frutos foram colocados em imersão em água destilada por 10 minutos e posteriormente foram escarificados cuidadosamente em papel germitest; remoção em peneira - os frutos foram escarificados em peneira de aço inox número 17. Nos dois últimos métodos os frutos foram escarificados até a remoção total do pericarpo na maioria das sementes e, posteriormente, realizou-se limpeza manual dos lotes para eliminar os frutos remanescentes que ainda apresentavam pericarpo. Em seguida, subamostras oriundas dos três métodos de remoção de pericarpo foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (2% por 3 minutos) e quatro repetições de 50 sementes ou frutos (controle) foram semeadas sobre duas folhas de papel mata borrão, acondicionadas em caixas gerbox e mantidas em B.O.D. com temperatura alternada de 15-25 °C e três de fotoperíodos: 8/16, 12/12 e 16 horas de luz/8 horas de escuro. Independente do fotoperíodo utilizou-se luz para a maior temperatura. A porcentagem de plântulas normais foi contabilizada aos seis (primeira contagem) e dez (germinação) dias após a montagem do teste, bem como, foi calculado o índice de velocidade de germinação conforme Maguire (1962).

O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 x 3, sendo quatro lotes, três métodos de remoção do pericarpo e três fotoperíodos. As médias dos fatores “método de remoção do pericarpo” e “fotoperíodos” foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Experimento 4:** Efeito alelopático do extrato aquoso extraído da semente, pericarpo e fruto de erva-de-santa-maria sobre a germinação de sementes de alface

Os extratos aquosos foram preparados a partir de sementes, pericarpo e frutos de erva-de-santa-maria. As sementes e o pericarpo foram separados através de peneiras e os frutos mantidos íntegros. Cada substrato foi pulverizado com auxílio de pilão e cadinho de porcelana e em seguida pesados. Colocou-se 16 g de massa seca em 260 ml de água destilada, por 24 horas em agitador, filtrou-se o material para a obtenção do extrato concentrado (100% v/v). O extrato foi diluído em água destilada nas concentrações 25 e 50 %v/v. Os tratamentos constituíram de soluções aquosas em três concentrações (25, 50 e 100% v/v) e testemunha constituída de água destilada. Em seguida realizou-se o teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes de alface, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito a 1% por 1 minuto e em seguida foram semeadas sobre duas folhas de papel mata borrão, umedecidas com os extratos na proporção de 2,5 o peso do papel e acondicionadas em caixas gerbox e mantidas em B.O.D. com temperatura 25 °C. A porcentagem de plântulas normais foi contabilizada aos 4 (primeira contagem) e 8 (germinação) dias após a montagem do teste (BRASIL, 2009). Aos oito dias também determinou-se a massa secagem de plântula a 80 °C por 24 horas, conforme metodologia descrita por Nakagawa et al. (1999).

O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro concentrações (0, 25, 50 e 100 % v/v) e três extratos (semente, pericarpo e fruto). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### **Resultados e discussão**

O teor de água das sementes de erva-de-santa-maria apresentaram valores semelhantes de teor de água para os cinco lotes, variando de 12,00 a 12,78% (Tabela 1). A homogeneidade do teor de água entre os lotes é importante para padronização dos resultados, pois, diferenças superiores a dois pontos percentuais, podem causar interferências nas avaliações, em razão das diferenças na atividade metabólica e velocidade de umedecimento (VIEIRA &

KRZYŻANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2015; SOUZA et al., 2014). Oliveira et al., (2017) ao trabalharem na produção e qualidade de sementes de *Chenopodium quinoa* obteve valores de umidade variando de 10,3 a 11,3%.

Com relação a massa de mil sementes (Tabela 1), verificou-se diferença significativa para lotes avaliados, tendo o lote 3 aquele que apresentou maior massa em relação aos demais lotes. A massa é uma informação que indiretamente informa o tamanho, estado de maturidade e sanidade das sementes (BRASIL, 2009). Nobre et al., (2013) obtiveram valores semelhantes, 0,07 a 0,08 gramas, ao trabalharem com sementes de *Amaranthus cruentus* L.

Tabela 1. Teor de água inicial em porcentagem (%) e massa de mil sementes em gramas (g) dos lotes utilizados no estudo da germinação das sementes de erva-de-santa-maria.

Lote	Teor de água (%)	M1000S (g)
1	12,33 a	0,1418 B
2	12,00 a	0,0998 C
3	12,72 a	0,0951 C
4	12,07 a	0,1391 B
5	12,33 a	0,1504 A
CV (%)	-	3,98

Médias seguidas pela mesma letra a coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### Experimento 1

Lotes apresentaram diferença no teste de germinação (Figura 1). Houve germinação das sementes de erva-de-santa-maria para a maioria das temperaturas testadas tanto no regime de luz/escuro quanto no regime escuro constante, exceção foi observada na temperatura de 30 °C no lote 1, lote 2, lote 3 e lote 4 (Figura 1A,1C,1E,1G) e 25 °C no lote 3 (Figura 1E) sob condição de escuro em que obteve-se germinação nula. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2012), as temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, resultado semelhante foi observado em sementes de

*Chenopodium album* que apresentaram menores valores na porcentagem de germinação a medida que a temperatura passava de 22 °C (HARVEY & FORCELLA, 1993).

As maiores porcentagens de germinação (acima de 80%) foram obtidas nos lotes 4 e 5 tanto na luz quanto no escuro, na temperatura alternada 15-25 °C (Figura 1G e 1I) e para velocidade de germinação também pode-se observar estes mesmos comportamentos. Para Bewley et al., (2013), maiores resultados na porcentagem de germinação e velocidade dependem da temperatura ótima.

Apesar de a luz não ser necessária para a germinação nas sementes de erva-de-santa-maria, as sementes que germinaram no escuro originaram plântulas com cotilédones rosa, hipocótilo esbranquiçado e crescimento longitudinal acelerado. Com o sombreamento a conversão em maior proporção de luz vermelho-distante em vermelho, explica o estiolamento da planta, pois induz a transferência da maior parte dos recursos da planta para o crescimento em altura (TAIZ & ZEIGER, 2013). Para Silva et al., (2016) esse crescimento compromete a sustentação da parte aérea, justificando assim a maior fragilidade das plântulas germinadas na ausência de luz.

A incidência da luz favoreceu o desenvolvimento das plântulas, permitindo o desenvolvimento normal de todas as suas estruturas essenciais. Dessa forma, o teste de germinação das sementes dessa espécie deve ser conduzido sob luz.

A diferença estatística da germinação entre luz e escuro na temperatura 15-25 °C foi observada para o lote 3 (Figura 1E) e para a velocidade de germinação nos lotes 3,4 e 5 (Figura 1F,1H,1J).

Observou-se que para as temperaturas alternadas (15-25 e 20-30 °C) houve maiores porcentagens de germinação, com exceção do lote 1 no escuro, lote 3 e 4 luz e escuro e lote 5 na luz em que a temperatura constante de 15 °C foi superior a de 20-30 °C. O IVG apresentou comportamento similar a porcentagem de germinação exceto nos lotes 3 e 4 onde houve um maior índice para a temperatura de 20-30 °C em detrimento a de 15 °C. Destaca-se que para temperatura 15-25 °C, independente do lote e do regime de luz obteve-se as maiores porcentagens de germinação e IVG.

A alternância de temperatura pode promover a aceleração do processo germinativo de sementes não dormentes (COPERLAND E MCDONALD, 1999). Sementes da família Amaranthaceae apresentaram temperaturas alternadas como ótimas para o seu desenvolvimento no processo germinativo como 15-25 °C para *Chenopodium hybridum* (HU

et al., 2016), 20-30 °C para *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus tricolor* L. (BRASIL, 2009), *Amaranthus cruentus* L. (NOBRE et al., 2013), *Gomphrena globosa* L. (SENA FILHO et al., 2003).

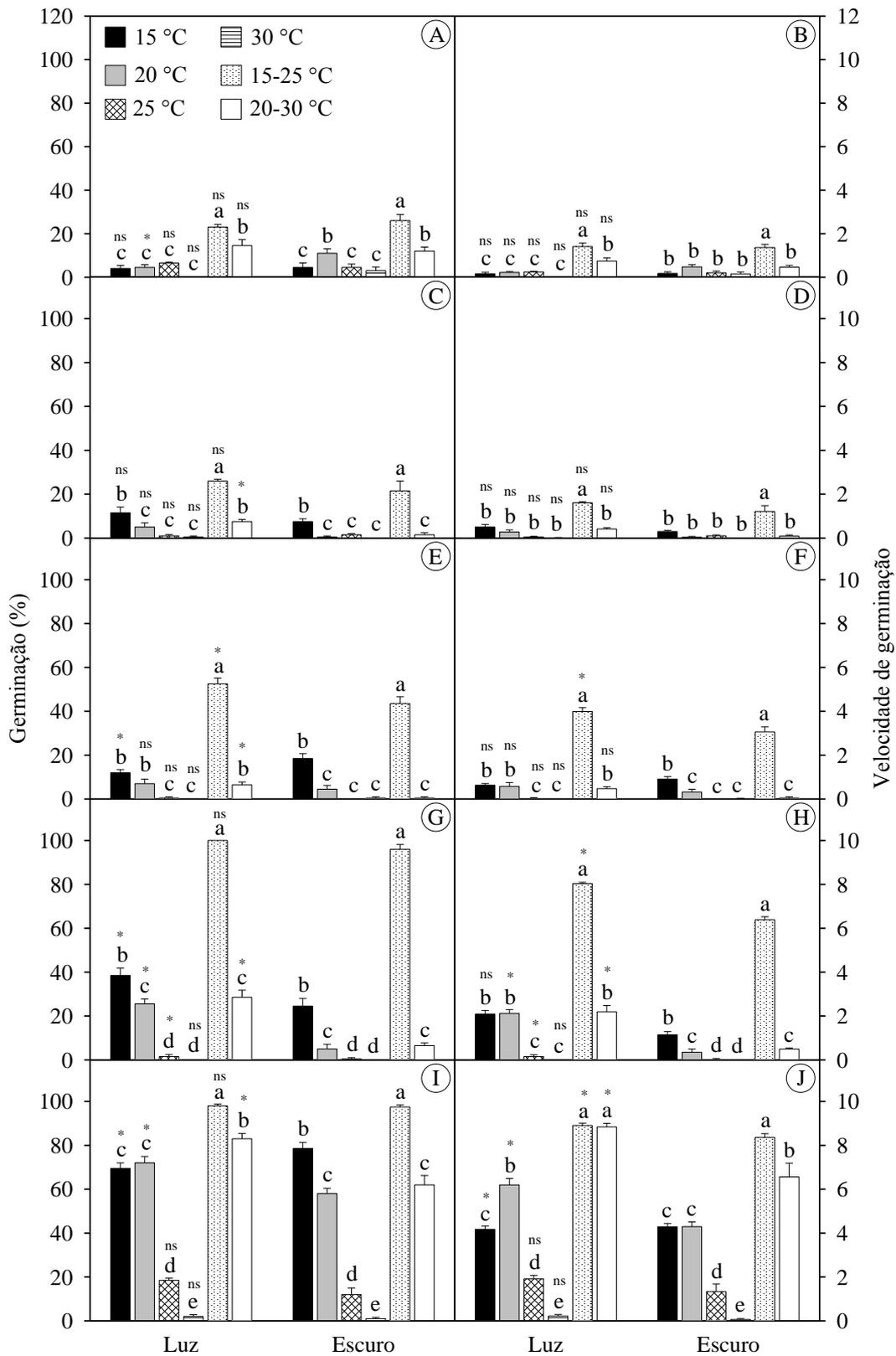


Figura 1. Germinação (A,C,E,G,I) e Índice de Velocidade de Germinação (B,D,F,H,J) de sementes de 5 lotes de erva-de-santa-maria em função do regime de luz.

Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 4$ ). Letras minúsculas comparam temperaturas dentro de cada regime de luz. Asteriscos indicam diferença significativa pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Através da modelagem (Figura 2; Tabela 2) observou-se que a temperatura alternada de 15-25 °C a partir da germinação acumulada média dos 5 lotes, o regime de luz, apresenta uma germinação mais rápida, com 4 dias a menos na contagem final no teste de germinação do que sem luz (Figura 2B).

Espécies desta família apresentam o teste descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) apresentando primeira contagem entre 4-5 dias e a contagem final 14 dias a exemplo das seguintes espécies: *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus paniculatus* e *Amaranthus tricolor* (BRASIL, 2009).

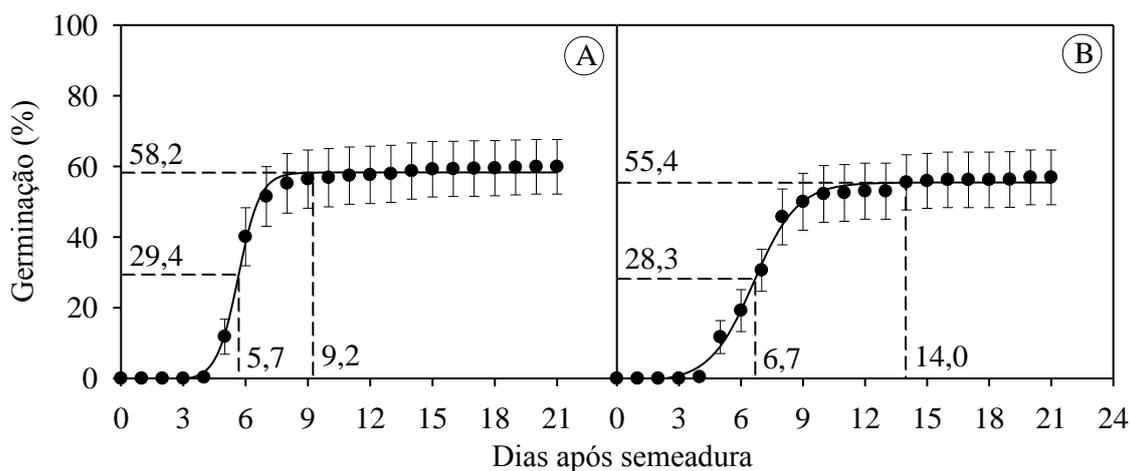


Figura 2. Germinação acumulada média de sementes de 5 lotes de erva-de-santa-maria em função do regime de luz (12 horas luz/12 horas de escuro-A, Ausência de luz-B).

Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 20$ ).

Tabela 2. Coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e parâmetros ( $G_0$ ,  $a$ ,  $t_0$  e  $b$ ) do modelo de ajustado a germinação acumulada média de sementes de erva-de-santa-maria em função do regime de luz (12 h luz/12 h escuro; Ausência de luz).

Regime de luz	$R^2$	$G_0$	$a$	$t_0$	$b$
12 h luz/12 h escuro	0,999	-0,521 <sup>ns</sup>	58,812 <sup>**</sup>	5,652 <sup>**</sup>	0,520 <sup>**</sup>
Escuro	0,998	-0,987 <sup>ns</sup>	56,444 <sup>**</sup>	6,615 <sup>**</sup>	1,061 <sup>**</sup>

\*\* Significativo pelo teste t ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> Não significativo

## Experimento 2

No que diz respeito à influência dos substratos para germinação de sementes de erva-de-santa-maria observou-se que não houve diferença entre os lotes analisados para primeira contagem e porcentagem de germinação (Figura 3A e 3B). No entanto, observa-se que para média dos cinco lotes houve maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e germinação para o substrato papel. Para os lotes 1 e 2 não houve diferença de IVG entre os substratos, entretanto, para os lotes 3,4 e 5 que apresentaram germinação acima de 42%, houve maior IVG quando o teste de germinação foi conduzido com papel (Figura 3C).

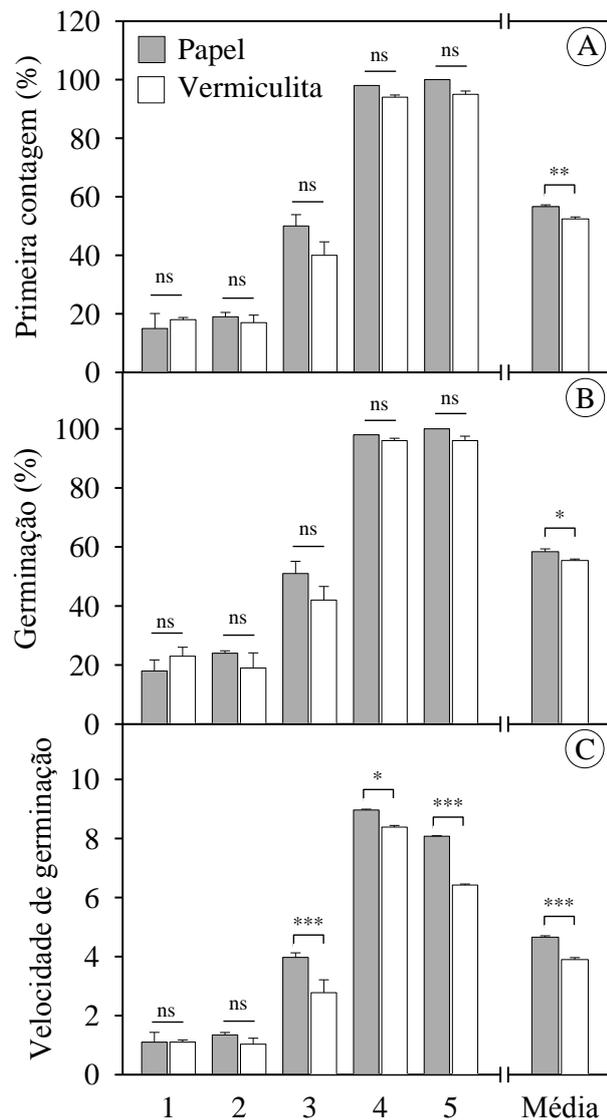


Figura 3. Primeira contagem (A), Germinação (B) e Índice de Velocidade de Germinação (C) de sementes de cinco lotes de erva-de-santa-maria em dois substratos (papel e vermiculita).

Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 4$ ). Asteriscos indicam diferença significativa pelo teste F (\* -  $P < 0,05$ ; \*\* -  $P < 0,01$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$ ). <sup>ns</sup> Não significativo.

Barras acima das colunas comparam os substratos em cada lote. Asterisco indica diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (\* -  $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo. Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 4$ ).

De acordo com os resultados, os dois substratos utilizados proporcionaram condições adequadas à germinação para a erva-de-santa-maria, no entanto menores valores para o substrato vermiculita podem ser explicados pelo fato de que apesar da boa retenção de

umidade e a sementeira tenha sido efetuada na superfície, a porosidade promoveu o deslocamento das sementes durante o período de irrigação .

Assim como em erva-de-santa-maria, sementes pertencentes à família Amaranthaceae como *Celosia Cristata* L apresentaram maiores porcentagens de germinação quando se utilizou o substrato papel, obtendo-se 56% sobre papel e 49% entre papel (FERREIRA et al., 2008). Assim como, sementes de *Chenopodium quinoa* expostas a temperaturas alternadas (SOUZA, 2017).

### Experimento 3

Não houve interação entre fotoperíodo e métodos de remoção do pericarpo para porcentagem de germinação de sementes de erva-de-santa-maria. Ao comparar os fotoperíodos verificou-se que para os lotes 2, 4 e 5 não houve diferença entre o fotoperíodo 12h/12h e 16h/8h, os quais apresentaram porcentagem de germinação significativamente superior ao fotoperíodo 8h/16h. No entanto, para o lote 3 o fotoperíodo 8h/16h e 12h/12h apresentaram germinação significativamente igual e superior ao 16h/8h, o que pode ser explicado pela alta incidência de fungos neste tratamento (Figura 4).

Em espécies da família Amaranthaceae, o fotoperíodo de 16 horas de luz proporcionou maior germinação em duas variedades de sementes de *Gomphrena globosa* L., (SENA FILHO et al., 2003). Esse mesmo fotoperíodo foi utilizado por HARVEY & FORCELLA (1993) para germinação de *Chenopodium album*. E Henson (1970), trabalhando com *Chenopodium album* verificou que o fotoperíodo de 14 horas de luz proporcionou elevada germinação, mesmo fotoperíodo utilizado por RAMON et al., (1999) para esta espécie.

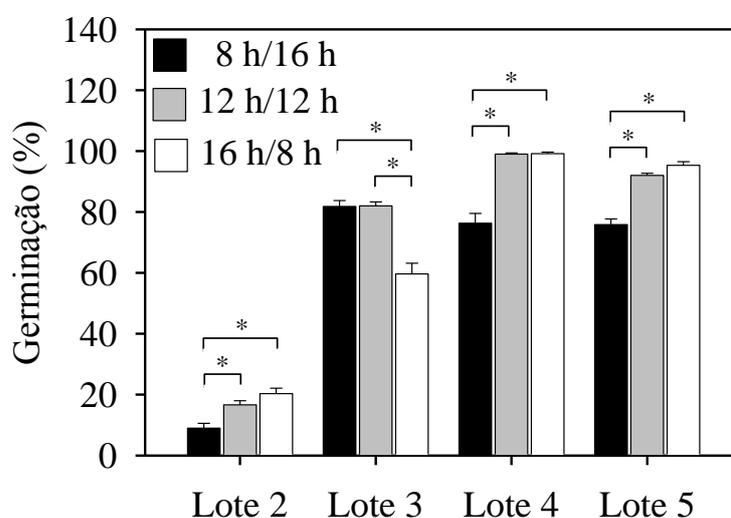


Figura 4. Germinação de sementes de quatro lotes de erva-de-santa-maria em três fotoperíodos (8/16, 12/12 e 16/8 h de luz/escuro).

Barras acima das colunas comparam os fotoperíodos em cada lote. Asterisco indica diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (\* -  $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 4$ ).

Para as variáveis primeira contagem (Figura 5) e IVG (Figura 6) houve interação entre fotoperíodos e métodos de remoção do pericarpo. No que diz respeito a primeira contagem para sementes com pericarpo os lotes 2, 3 e 4 (Figura 5A, 5B e 5C) não apresentaram diferença significativa para os fotoperíodos, no entanto para o lote 5 (Figura 5D), o fotoperíodo 16h/8h apresentou diferença significativamente superior aos demais fotoperíodos. Para o método SPA, observou-se que independente do lote estudado o uso de 16 horas de luz apresentou maior porcentagem de plântulas normais (Figura 5), seguido pelo fotoperíodo 12h/12h e 8h/16h. Para o método SPP, o lote 2 (Figura 5A) não apresentou diferença significativa para os fotoperíodos estudados, entretanto, para o lote 3 (Figura 5B) houve maior porcentagem de germinação para o fotoperíodo 16h/8h diferindo estatisticamente de 12h/12h e 8h/16h; já para os lotes 4 e 5 (Figura 5C e 5D), os fotoperíodos 12h/12h e 16h/8h foram significativamente superiores a 8h/16h.

Quanto aos métodos de remoção de pericarpo, independente do lote avaliado, as sementes com pericarpo apresentaram menores valores de germinação, o que pode ser explicado pela alta incidência de fungo observada neste tratamento. Para os lotes 3, 4 e 5 (Figura 5B, 5C e 5D) com o uso de 8 horas de luz, o método SPP apresentou germinação superior aos demais métodos. Para o fotoperíodo 12h/12h os lotes 2, 4 e 5 (Figura 5A, 5C e 5D) apresentaram maiores porcentagens de plântulas normais para o método SPP, entretanto, para esta mesma condição, o lote 3 apresentou maior porcentagem de germinação quando realizou-se método SPA. Para o fotoperíodo 16h/8h o lote 2 (Figura 5A) não apresentou diferença entre os métodos avaliados, entretanto, para o lote 3 (Figura 5B) houve maior germinação para o método SPA diferindo estatisticamente dos demais métodos. Ainda referente ao fotoperíodo 16h/8h, constata-se que para o lote 4 (Figura 5C) o método SPP apresentou maior porcentagem de germinação diferindo estatisticamente de CP e SPA, por outro lado, para o lote 5 (Figura 5D), os métodos SPA e SPP apresentaram maiores porcentagens de plântulas normais.

Para espécie *Chenopodium hybridum* a maior germinação também ocorreu em sementes com o pericarpo removido, chegando a 82% de sementes germinadas (HU et al, 2016).

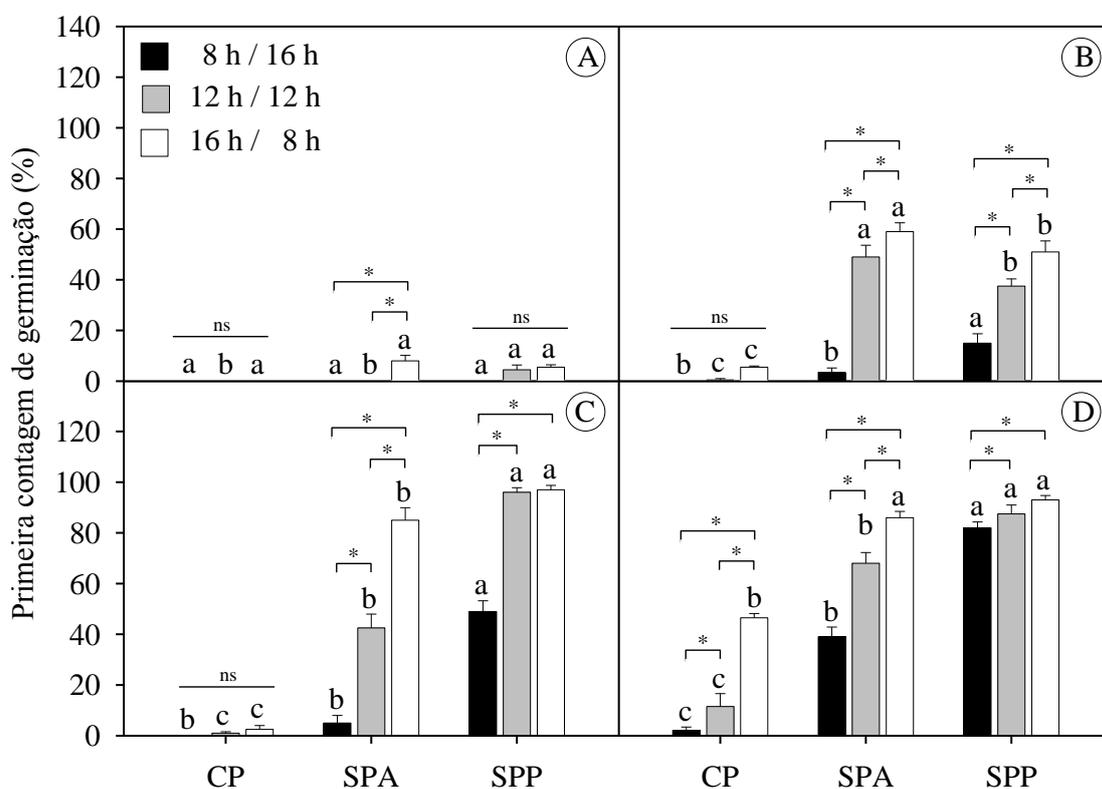


Figura 5: Germinação de sementes de quatro lotes (Lote 2-6A, Lote 3-6B, Lote 4-6C e Lote 5-6D) de erva-de-santa-maria em função do método de remoção do pericarpo (CP: Com Pericarpo; SPA: Sem Pericarpo utilizando água; SPP: Sem Pericarpo utilizando Peneira) e fotoperíodos (8/16, 12/12 e 16 h/8 h de luz/escuro).

Letras minúsculas comparam métodos de remoção em cada fotoperíodo. Barras acima das colunas comparam os fotoperíodos em cada método de remoção do pericarpo. Asterisco indica diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (\* -  $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo. Barras de erro indicam o erro padrão da média (n = 4).

Quanto a velocidade de germinação observa-se que independente do método de remoção não houve diferença estatística os fotoperíodos no lote 2. Para sementes com pericarpo o lote 4 (Figura 6C) não apresentou diferença significativa para os fotoperíodos, no entanto, para os lotes 3 e 5 (Figura 6B e 6D), o fotoperíodo 16h/8h apresentou diferença

significativamente superior aos demais fotoperíodos. Para o método SPA no lote 3, os fotoperíodos 12h/12h e 16h/8h apresentaram maior IVG quando comparados a 8h/16h; Para o lote 4 houve diferença significativa para os três fotoperíodos, sendo que 16h/8h apresentou velocidade de germinação superior aos demais fotoperíodos, assim como para o lote 5, onde o fotoperíodo 16h/8h obteve maior IVG. Para o método SPP, houve maior porcentagem de germinação para o fotoperíodo 16h/8h diferindo estatisticamente de 12h/12h e 8h/16h para o lote 3 (Figura 6B), para os lotes 4 e 5 (Figura 6C e 6D), os fotoperíodos 12h/12h e 16h/8h foram significativamente superiores a 8h/16h.

Quanto aos métodos de remoção de pericarpo o fotoperíodo de 8 horas de luz no lote 2 (Figura 6A) apresentou maiores valores de IVG para sementes em que houve remoção do pericarpo (SPA e SPP), para o lote 3 (Figura 6B), SPA apresentou maior IVG que sementes com pericarpo e SPP, para os lotes 4 e 5 (Figura 6C e 6D), SPP apresentou maior velocidade de germinação dentre os métodos estudados. Para os fotoperíodo 12h/12h e 16 h/8h o lote 2 (Figura 6A) apresentou maior velocidade de germinação para SPA e SPP, para o lote 3 (Figura 6B) o método SPA apresentou maior IVG quando comparado aos outros dois métodos e para os lotes 4 e 5 (Figura 6C e 6D) o método SPP foi o que apresentou maior índice.

A velocidade da germinação aumenta com o aumento do fotoperíodo e com a retirada do pericarpo. A presença de pericarpo pode afetar a germinação através de inibidores químicos e/ou mecânicos, impedindo a absorção de água podendo comprometer o funcionamento das atividades fisiológicas envolvidas na germinação (WEI & JIANG, 2010; BEWLEY et al., 2013).

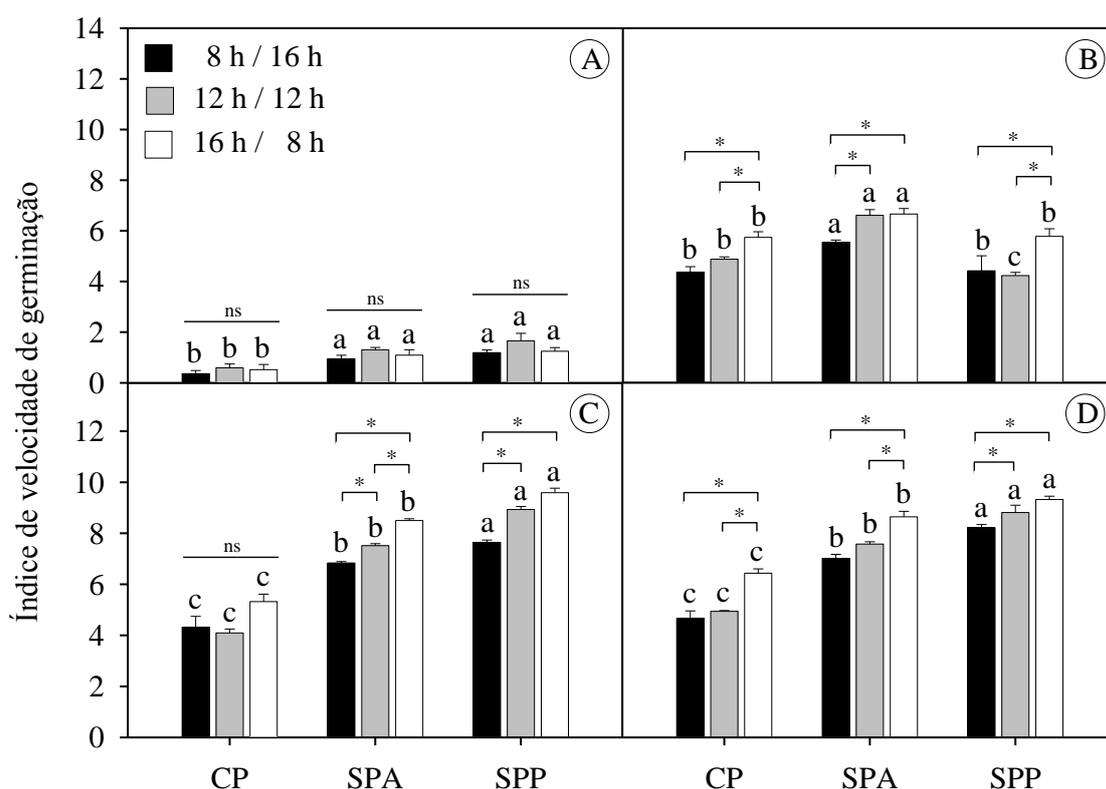


Figura 6. Índice de velocidade de Germinação de sementes de quatro lotes (Lote 2-6A, Lote 3-6B, Lote 4-6C e Lote 5-6D) de erva-de-santa-maria em função do método de remoção do pericarpo (CP: Com Pericarpo; SPA: Sem Pericarpo utilizando água; SPP: Sem Pericarpo utilizando Peneira) e fotoperíodos (8/16, 12/12 e 16 h/8 h de luz/escuro).

Letras minúsculas comparam métodos de remoção em cada fotoperíodo. Barras de erro indicam o erro padrão da média ( $n = 4$ ). Asterisco indica diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (\* -  $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo.

#### Experimento 4

Verifica-se na Tabela 2 que para a primeira contagem o substrato produzidos com as sementes apresentaram maiores porcentagens de germinação nas concentrações de 25, 50 e 100%. No entanto não houve diferença entre as concentrações deste substrato. Para o substrato com fruto, as quatro concentrações diferiram entre si, observando um declínio da porcentagem de germinação com o aumenta da concentração do extrato e para o pericarpo, as concentrações de 25 e 50 % foram superiores a de 100%.

Já para a germinação não houve diferença entre os três tipos de substratos nas concentrações 0 e 25%. Sendo que o fruto apresentou menor porcentagem de germinação nas concentrações de 50 e 100 % e o pericarpo na de 100%. Assim como na primeira contagem não houve diferença entre as concentrações no substrato semente, as concentrações de 0 e 25% apresentaram maiores valores na porcentagem de germinação no substrato fruto e a de 100 % menor valor no substrato pericarpo.

A porcentagem de plântulas anormais em extrato fruto nas concentrações de 50 e 100% foram superiores aos demais substratos, observou-se que na concentração de 100% os três extratos diferiram entre si, sendo o fruto o que apresentou maior porcentagem de plântulas anormais seguidos de pericarpo e semente. Não houve diferença significativa quanto a porcentagem de plântulas anormais entre as concentrações estudadas nos extratos semente e pericarpo, no entanto no extrato fruto a concentração de 100 apresentou os maiores valores de anormalidade (41%).

As médias da massa seca de plântulas dos três extratos nas concentrações 0, 25 e 50 não diferiram entre si, sendo superiores a de 100% (Tabela 3).

Carvalho e Carnelossi, (2005) ao trabalhar com alelopatia em tomateiro tendo como substrato a parte aérea (folhas e frutos) desta espécie observaram que com o aumento da concentração do extrato aquoso houve uma diminuição da germinação.

Extratos aquosos são misturas que podem conter substâncias de várias classes como terpenos, alcalóides, aminoácidos não protéicos, dentre outras, e que apresentam efeitos complexos sobre a alface, ainda não completamente elucidados (SILVA & AQUILA, 2006). Infere-se, portanto que pode haver alguma substância no fruto que retarda a germinação de alface, assim como na da própria espécie como foi observado no experimento 3.

Tabela 2: Primeira contagem e germinação de sementes de alface submetidas a quatro concentrações (0, 25, 50 e 100%) e três tipos de extrato (Semente, Fruto e Pericarpo) de erva-de-santa-maria.

Concentração do extrato (%)	Tipos de extrato		
	Semente	Fruto	Pericarpo
----- Primeira contagem (%) -----			
0	95 a A	93 a A	98 a A
25	87 a A	50 b B	36 b B
50	84 a A	16 c B	23 b B
100	91 a A	1 d B	6 c B
CV (%)	16,09		
----- Germinação (%) -----			
0	95 a A	93 a A	99 a A
25	92 a A	87 a A	89 a A
50	86 a A	65 b B	78 a A
100	95 a A	34 c B	34 b B
CV (%)	16,81		
----- Plântulas anormais (%) -----			
0	4 a A	1 c A	1 a A
25	3 a A	7 c A	5 a A
50	4 a B	24 b A	11 a B
100	1 a C	41 a A	15 a B
CV (%)	93,14		

Média seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3: Massa seca de plântulas de alface submetidas a (0, 25, 50 e 100%) e três tipos de extrato (Semente, Fruto e Pericarpo) de erva-de-santa-maria.

Concentração do extrato (%)	Tipo de extrato			Média
	Semente	Fruto	Pericarpo	
0	1,193	1,281	1,263	1,246 a
25	1,203	1,378	1,283	1,288 a
50	1,165	1,348	1,386	1,300 a
100	1,166	1,041	1,151	1,119 b
CV (%)	10,09			

Média seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### Conclusão

A temperatura de 15-25 °C e o regime de luz foram adequados para a germinação de sementes de erva-de-santa-maria;

O teste de germinação de sementes de erva-de-santa-maria apresenta como primeira contagem 6 dias e 10 dias para contagem final;

As sementes de erva-de-santa-maria apresentam maior porcentagem de germinação, primeira contagem e IVG no substrato papel;

O fotoperíodo de 16 horas de luz e a remoção do pericarpo em peneira promove maior porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação.

O extrato com fruto e o pericarpo retardam o processo germinativo de alface.

O extrato com fruto em elevada concentração (100% v/v) induz o surgimento de anormalidades nas plântulas de alface.

### Referencias Bibliograficas

- AFFONSO, C E. et al . Germination test of *Eucalyptus phaeotricha* seeds. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 22, n. 9, p. 653-657, Sept. 2018 .
- ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S.S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; ESTRELA, F.A. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1208-1215, 2012.
- ANDRADE, R.A. & JASPER, S.P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.401-406, 2013.
- ARAÚJO NETO, J. C. **Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC.** 2001. 109f. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ASSAIDI, A. et al. Hypotensive property of *Chenopodium ambrosioides* in anesthetized normotensive rats. **J Complement Integr Med**, v.11, n.1, p.1-7, 2014.
- BEWLEY, J. D., BRADFORD, K. J., HILHORST, H. W. M., AND NONOGAKI, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. New York, NY: **Springer**. doi: 10.1007/978-1-4614-4693-4
- BLANCKAERT, I., PAREDES-FLORES, M., ESPINOSA-GARCÍA, F.J. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, p. 557-573, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590p.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. *Principles of seed science and technology*. 4.ed. Boston, MA: **Kluwer Academic Publishers**, 2001. 467p.

FERREIRA, A.G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, E.G.B.S.; MATOS, V.P.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de crista-degalo em diferentes substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.241-244, 2008.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L.; GUIMARÃES, V.M.; GONÇALVES, J.F.C.; ATAÍDE, C. M.; BARROS, D. P. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, v.20, n.2, p.401408, 2014.

FUENTES-BAZAN et al., Fuentes-Bazan S, Mansion G, Borsch T (2012) Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae). **Mol Phyl Evol** 62: 359–374, 2012.

FUENTES-BAZAN S, UOTILA P., BORSCH, T. A novel phylogeny-based generic classification for *Chenopodium sensu lato*, and a *Tribal rearrangement* of Chenopodioideae (Chenopodiaceae). **Willdenowia** 42: 5–24. Sá et al., 2016.

GROTHI, D.; JARMADO, A; Caracterização das Unidades de dispersão de seis espécies invasoras da ordem Caryophyllales, **Revista Brasileira de Sementes**, 4(3), 35-60; 1982.

GROZEVA, N. H.;& CVETANOVA , Y. G. Karyological and morphological variations within the genus *Dysphania* (Chenopodiaceae) in Bulgaria. **Acta Botanica Croatica**, Zagreb, v. 72, n. 1, p. 49-69, 2013.

HALLAL, A.; BENALI, S.; MARKOUK, M.; BEKKOUCHEA, K.; LARHSINI, M.; CHAIT, A.; ROMANE, A.; ABBAD, A; EL ABDOUNI, M.K. Evaluation of the Analgesic and Antipyretic Activities of *Chenopodium ambrosioides* L. **Asian Journal of Experimental Biological Sciences**, v. 1 n. 1, p. 189-192, 2010.

HARVEY, S. J. AND F. FORCELLA. Vernal seedling emergence model for common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Sci.** 41:309–316, 1993.

HENSON, I. E. The effects of light, potassium nitrate and temperature on the germination of *Chenopodium album* L. **Weed Res.** 10,27-39, 1970.

HU, X. W. et al; Seed dormancy and soil seedbank of the invasive weed *Chenopodium hybridum* in north-western China. **European Weed Research Society**, 57, 54–64, 2016.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 170p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova odessa: Instituto Plantarum, 2002.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MARINI, P.; MORAES, C.L.; MARINI, N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

NGO BUM, E. Anxiolytic activity evaluation of four medicinal plants from Cameroon. Afr. **J Tradit Complement Altern Med**, v.8, n.5, p.130-139, 2011.

NOBRE, D. A. C., DAVID, A. M. S. S., SOUZA, V. N. R., OLIVEIRA, D., GOMES, A. A. M., AGUIAR, P. M., & MOTA, W. F. (2013). Influência do ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de amaranto. **Comunicata Scientiae**, 4(2), 216-219.

OLIVEIRA FILHO, Antonio Francelino de. **Produção e qualidade de sementes de quinoa em função do arranjo espacial**. 2017. 62 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)– Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, P.A.; MATOS, C.R.R.; MATHIAS, L.; MOREIRA, R.O. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*. **Química nova**, v.34, n.7, p. 1200-1204, 2011.

SÁ,R.D., ASAPH S.C.O. SANTANA, F.C.L.,SILVA B.,SOARES L.A.L., RANDAUA, K. P. Anatomical and histochemical analysis of *Dysphania ambrosioides* supported by light and electron microscopy. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. n 26, 533–543, 2016.

- SENA FILHO, et al; Efeito de luz e de imersão em água na germinação de sementes de perpétua produzidas no Estado de São Paulo, **Rev. Bras. Hortic. Ornam.**, Campinas, v.9, n.2, p.167-170, 2003.
- SILVA, F. J; HISATUGO, E.Y; SOUZA J. P. Efeito da luz na germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de distintas procedências. **Hoehnea**, 43(2): 195-202, 2016.
- SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de muda de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.
- SOARES, C.D. et al. *Chenopodium ambrosioides* L. extract prevents bone loss. **Acta Cir Bras**, v.30, n.12, p.812-818, 2015.
- SOUZA, G. E. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 35-41, out./dez. 2014.
- SOUZA, F.F. **Descrição de estádios fenológicos, maturação, qualidade fisiológica de sementes e diversidade genética em quinoa**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 207f. Tese de Doutorado.
- TAIZ L. & ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5ª.ed. Porto AlegreRS: Artmed, 2013, 954 p.
- TOMAZ, C. DE A.; MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z. DA; VIEIRA, R. D. Period of time taken by *Brachiaria humidicola* (Rendle) Scheweick seed to complete germination. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.693- 700, 2016.
- TONIN, G.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.26-33, 2006.
- VÁLIO, I. F. M., & SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, 24(1):79-84, 2001.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.

YE H., LIU Y., LI N., YU J., CHENG H., LI J., ZHANG, XUE-ZHI; Antihelicobacter pylori activities of *Chenopodium ambrosioides* L. in vitro and in vivo. **World J Gastroenterol.** v.2, n.14, 4178-4183, 2015.

WEI, X.Z., LIAO, J.X. & JIANG, M.X. Effects of pericarp, storage conditions, seed weight, substrate moisture content, light, GA3 and KNO3 on germination of *Euptelea pleiospermum*. **Seed Sci. & Technol.**, 38, 1-13, 2010.

ZUCARELI, V.; HENRIQUE, L.A.; ONO, E.O. Influence of light and temperature on the germination of *Passiflora incarnata* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v.34, n.2, p.162-167, 2015.

## Artigo 2

### **Avaliação de testes de vigor em sementes de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants**

#### **Resumo**

*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants é uma planta medicinal amplamente utilizada em todo o mundo. Objetivo-se determinar as condições adequadas para condução dos testes de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado, e sua correlação na avaliação do potencial fisiológico de sementes de erva-de-santa-maria. Foram utilizados oito lotes de sementes *Dysphania ambrosioides*. A avaliação da qualidade inicial desses lotes constituiu-se na determinação do teor de água, nos testes de germinação, primeira contagem de germinação, IVG, emergência, IVE, envelhecimento acelerado tradicional e modificado (solução salina saturada) empregando-se as temperaturas de 38 e 41 °C e os períodos de 24, 48 e 72 h, condutividade elétrica em seis períodos (3, 6, 9, 12, 24 e 48 h). O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, as médias obtidas por lote, em cada avaliação, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de probabilidade de 5% e foi realizada análise de correlação linear. Pode-se concluir que o teste de condutividade elétrica conduzido no período de 3 horas possibilita a classificação de lotes de sementes de erva-de-santa-maria quanto ao potencial fisiológico. O teste de envelhecimento acelerado tradicional a 38 °C no período de 24 h é eficiente na classificação de lotes de sementes de erva-de-santa-maria, em níveis de vigor.

Palavra-chave: Vigor, plantas medicinais, qualidade fisiológica, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica

#### **Abstract**

*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants is a medicinal plant widely used throughout the world. The objective of this study was to determine the adequate conditions for the conduction of the tests of electrical conductivity and accelerated aging, and its correlation in the evaluation of the physiological potential of Santa Maria seeds. Eight lots of *Dysphania ambrosioides* seeds were used. The initial quality evaluation of these lots consisted in the

determination of the water content, germination, first germination, IVG, emergency, IVE, traditional and modified accelerated aging (saturated salt solution) tests using 38 and 41 ° C and the periods of 24, 48 and 72 h, electrical conductivity in six periods (3, 6, 9, 12, 24 and 48 h). The assay was conducted in a completely randomized design, the averages obtained per batch at each evaluation were compared by the Scott-Knott test at a 5% probability level and a linear correlation analysis was performed. It can be concluded that the electric conductivity test carried out in the 3-hour period allows the classification of lots of Santa Maria seeds in relation to the physiological potential. The traditional accelerated aging test at 38 ° C in the 24-h period is efficient in the classification of seed lots of Santa-Maria grass at vigor levels.

Key words: Vigor, medicinal plants, physiological quality, accelerated aging, electrical conductivity

### **Introdução**

*D. ambrosioides* L. pertencente à família Amaranthaceae é conhecida popularmente como erva-de-santa-maria, erva-santa, lombrigueira, mastruço e mastruz (LORENZI & MATOS, 2002, FUENTES-BAZAN et al., 2012). A espécie possui propriedades medicinais comprovadas, como atividade ansiolítica, antipirética, hipotensivo e bactericida (ASSAIDI et al., 2014; HALLAL et al., 2010; NGO BUM et al., 2011 YE et al., 2015). A propagação é por sementes cuja produção chega a dezenas de milhares de sementes por planta.

Na análise de sementes, além do teste padrão de germinação, os testes de vigor são utilizados para garantir sementes de qualidade superior. Pois o teste padrão germinação é conduzido sob condições favoráveis, que permite que o lote de sementes expresse sua capacidade máxima, no entanto, a maior parte dos casos, o resultado do teste de germinação superestima os valores reais da emergência de plantas em campo e não avalia as alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas relacionadas ao processo de deterioração, não permitindo diferenciar no campo e no armazenamento lotes de sementes quanto ao vigor (ABRANTES et al., 2010, BERTOLIN et al., 2011).

Assim, a determinação de parâmetros de qualidade de lotes de semente depende de métodos de avaliação que permitam detectar com eficiência e rapidez as variações entre lotes, o que possibilita estimar o comportamento durante o armazenamento e o desempenho em campo.

O teste de envelhecimento acelerado é um teste de vigor o qual simula o que ocorre no envelhecimento natural, originalmente desenvolvido para determinar o potencial de armazenamento das sementes, utilizando temperatura e umidade relativa elevadas, que são principais causas da deterioração de sementes provocando o aparecimento de plântulas anormais ou de sementes mortas (McDONALD et al., 1993; MARCOS-FILHO, 2015; FREITAS E NASCIMENTO, 2006).

Com a exposição das sementes à temperatura e umidade elevadas acarreta em diversas alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares (Dias e Marcos Filho, 1995).

A eficiência do teste é avaliada pela diferença de sensibilidade apresentada pelas sementes ao envelhecimento onde sementes com alto vigor possui capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada e ainda integra muitas características desejadas em um teste de vigor, pois é rápido, econômico, simples e útil para todas as espécies (COPELAND & MCDONALD, 2001).

Existem dois tipos de testes de envelhecimento acelerado: O tradicional, que utiliza água e o modificado, que utiliza solução salina. O teste de envelhecimento acelerado com solução salina vem sendo sugerido como alternativa, pois possibilita a obtenção de valores de umidade relativa em níveis menores do que os observados no envelhecimento acelerado tradicional (com água), e também, minimizando os efeitos de patógenos associados às sementes (JIANHUA & MCDONALD, 1996). O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes. Esta redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando na germinação (SANTOS, 2002).

Outro teste importante é o da condutividade elétrica que baseia-se no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre aumento na lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares, onde os solutos exsudados possuem carga elétrica, a qual pode ser detectada por aparelhos e utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes (MARCOS, 1990; OLIVEIRA, 2012; HEPBURN et al., 1984).

Os menores valores representam menor liberação de exsudados, o que indica maior vigor das sementes, apresentando menor intensidade de desorganização nos sistemas de membranas das células (OLIVEIRA, 2012).

Uma das vantagens do teste de condutividade elétrica é o fato de ele ser um teste rápido por estar relacionado com eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes, como a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas (DELOUCHE E BASKIN, 1973).

Barbosa et al. (2012) destacam que o período de embebição e o teor de água das sementes são os principais fatores que influenciam nos resultados dos testes de condutividade elétrica. Como existe uma escassez de metodologia para avaliar o potencial fisiológico das sementes de erva-de-santa-maria de fundamental importância o estudo de métodos que avaliem os níveis de vigor dos lotes desta espécie.

O objetivou-se com o trabalho determinar as condições adequadas para condução dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, e sua correlação na avaliação do potencial fisiológico de sementes de erva-de-santa-maria.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando oito lotes (Lote 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8) de sementes de erva-de-santa-maria (*Dysphania ambrosioides* L) obtidos através com coleta de frutos em diferentes setores do Departamento de Agricultura da UFLA (DAG). Após a coleta os frutos foram colocados em sacos de papel, mantidos em sala arejada por sete dias para completar a secagem e beneficiados manualmente visando eliminar as impurezas oriundas da planta. Posteriormente, cada lote foi dividido em duas amostras de sementes acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria (10 °C e 40% de umidade relativa do ar).

O teor de água foi determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 h (BRASIL, 2009), utilizando quatro repetições de 0,01g de sementes sem pericarpo para cada lote.

Para o teste de germinação, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel germitest dentro de caixas plásticas tipo gerbox, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do

papel seco e colocadas para germinar em BOD a 15-25°C, com 8 horas de escuro e 16 de luz, com contagens realizadas aos seis e dez dias após a sementeira.

A primeira contagem de germinação foi realizada em conjunto com o teste de germinação, determinando-se a porcentagem de plântulas normais no sexto dia após a sua instalação.

O índice de velocidade de germinação foi calculado através da soma do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da sementeira (MAGUIRE, 1962).

Para a emergência das plântulas, foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox, contendo substrato vermiculita, as quais foram mantidas em BOD a 15-25°C, com 8 horas de escuro e 16 de luz, com contagens realizadas aos dez dias após a sementeira, em quatro repetições de 50 sementes por lote. O índice de velocidade de emergência foi calculado através da soma do número de plântulas emergidas a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da sementeira (MAGUIRE, 1962).

Para o teste de condutividade elétrica, foram estudadas 6 períodos de embebição (3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas). Quatro subamostras de sementes fisicamente puras para cada lote foram pesadas em balança de precisão de 0,1g e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 3 ml de água destilada, sendo posteriormente mantidos em BOD durante cada período de embebição, a 25°C. As leituras da condutividade elétrica foram realizadas em condutímetro Digimed DM-31 e os valores médios obtidos para cada lote expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de semente.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com 200 sementes para cada lote, sendo distribuídas uniformemente sobre tela de vool acoplada à caixa gerbox com 40 mL de água destilada para o envelhecimento tradicional e 40ml de solução salina (NaCl). As caixas foram tampadas e mantidas em câmara B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) a 38 °C e 41 °C por 24, 48 e 72 h e, decorrido este período, quatro repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme metodologia descrita anteriormente, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas no décimo dia após a sementeira.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por lote, sendo que a comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

## **Resultados e discussão**

O teor de água inicial nos oito lotes de sementes de erva-de-santa-maria variou de 12,00 a 12,34%. A homogeneidade do teor de água entre os lotes é importante para padronização dos resultados, pois, diferenças superiores a dois pontos percentuais, podem causar interferências nas avaliações em razão das diferenças na atividade metabólica e velocidade de umedecimento (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2015; SOUZA et al., 2014). Os dados do teor de água não foram analisados estatisticamente, servindo apenas para a caracterização inicial dos lotes de sementes de erva-de-santa-maria.

Todos os parâmetros iniciais (Primeira Contagem, Germinação, IVG, Emergência e IVE) e classificaram os lotes em 4 níveis de qualidade (Tabela 1). Pelos resultados do teste de germinação, observa-se que os lotes 3, 4, 5, 6 e 7 foram estatisticamente superior aos demais variando de 90 a 97 % de germinação. Segundo Rosa et al., (2018) o teste de germinação pode ser capaz de diferenciar os níveis de qualidade dos lotes, fato observado neste estudo, onde foi possível diferenciar os lotes quanto a porcentagem de germinação.

Para a primeira contagem de germinação, os lotes 2, 3, 4 e 5 foram superiores obtendo porcentagem de germinação de 37 a 40%, sendo observado que os lotes 1 (0%) e 8 (24%) apresentaram porcentagem de germinação menor, para o IVG destacaram os lotes 3, 4 e 5 e os lotes 1 e 8 apresentaram menores índices (Tabela 1).

O teste de emergência de plântulas apresentou os lotes 3, 4, 5 e 6 com maiores valores de porcentagem de emergência onde a porcentagem de emergência foi alta o que caracteriza esses lotes como alto vigor, os lotes 2 e 7 com médio vigor, e os lotes 1 e 8 apresentaram os menores valores, o que caracteriza os lotes como de baixo, já o índice de velocidade de emergência os lotes 3 e 4 foram os que apresentaram os maiores valores e os lotes 1 e 8 os menores (Tabela 1).

Tabela 1. Primeira contagem (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) de sementes de oito lotes de erva-de-santa-maria.

Lotes	PC (%)	G (%)	IVG	EP (%)	IVE
1	0 d	9 d	0,59 d	12 d	0,73 d
2	37 a	86 b	7,55 b	82 b	6,39 b
3	37 a	90 a	8,33 a	99 a	9,14 a
4	40 a	92 a	8,64 a	95 a	8,68 a
5	40 a	96 a	8,24 a	94 a	7,41 b
6	32 b	92 a	7,64 b	92 a	7,05 b
7	31 b	97 a	7,94 b	89 b	6,94 b
8	24 c	80 c	6,23 c	65 c	4,58 c
CV (%)	10,75	5,30	5,26	7,40	7,81

Observou-se na Tabela 2 que independente do tempo de embebição o lote 1, o qual estava armazenado por um ano, apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, isso ocorre porque conforme o envelhecimento da sementes acontece, ocorre a sua deterioração com a perda da integridade dos sistemas de membranas da célula, ocasionando aumento de sua permeabilidade, e por conseguinte a lixiviação de eletrólitos e maior valores de condutividade elétrica (SANTOS & PAULA, 2005; OLIVEIRA, 2012).

O tempo de 3 horas de embebição foi suficiente para separar os lotes em 4 categorias de qualidade assim como a germinação e a emergência (Tabela 2). Observou-se que com o aumento do tempo de embebição das sementes houve a diminuição da diferenciação dos lotes quanto a qualidade, onde os lotes foram diferenciados em 3 categorias de qualidade para os tempo de 6, 9, 12 e 24 horas e o tempo de 48 horas obteve apenas 2 categorias (Tabela 2).

Tabela 2. Condutividade elétrica de sementes de oito lotes de erva-de-santa-maria em diferentes tempos de embebição.

Lotes	Tempo de embebição (h)					
	3	6	9	12	24	48
1	3022 a	3919 a	4083 a	4395 a	4046 a	6682 a
2	80 d	136 c	200 c	250 c	354 c	535 b
3	485 c	612 c	718 c	793 c	921 c	1263 b
4	402 c	522 c	598 c	678 c	805 c	1135 b
5	398 c	492 c	564 c	638 c	714 c	972 b
6	505 c	684 c	811 c	881 c	929 c	1158 b
7	1144 b	1344 b	1483 b	1557 b	1622 b	1896 b
8	526 c	648 c	736 c	805 c	895 c	1093 b
CV (%)	18,88	35,58	34,71	32,11	34,72	103,20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Quanto à correlação entre os parâmetros iniciais (Tabela 1) e a condutividade elétrica (Tabela 3), pode-se perceber que três horas de embebição apresentou as correlações mais fortes com todos os parâmetros, indicando que os resultados foram inversamente proporcionais aos dos testes, obtendo um  $r$  entre -0,80 e -0,89.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre condutividade elétrica e primeira contagem (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) de sementes de oito lotes de erva-de-santa-maria.

Tempo	PC	G	IVG	EP	IVE
3 h	-0,88 **	-0,89 **	-0,89 **	-0,86 **	-0,80 **
6 h	-0,86 **	-0,88 **	-0,88 **	-0,85 **	-0,78 **
9 h	-0,86 **	-0,87 **	-0,87 **	-0,84 **	-0,78 **
12 h	-0,87 **	-0,88 **	-0,88 **	-0,84 **	-0,78 **
24 h	-0,85 **	-0,85 **	-0,85 **	-0,82 **	-0,75 **
48 h	-0,67 **	-0,70 **	-0,69 **	-0,67 **	-0,60 **

\*\* Significativo pelo teste t ( $p < 0,01$ ).

As três horas de embebição para no teste de condutividade elétrica para sementes de erva-de-santa-maria podem ser explicadas pelo fato de que sementes pequenas apresentam maior lixiviação em um menor tempo de embebição, este fenômeno pode ocorrer em função da alta relação entre a superfície por unidade de peso, nas sementes pequena (VANZOLINI & NAKAGAWA 2005; Tao, 1978).

Os dados sobre o teor de água das sementes de erva-de-santa-maria, inicialmente e após cada período de envelhecimento acelerado nos métodos tradicional e modificado 40% de solução salina saturada foram semelhante em todos os 8 lotes de sementes utilizados, com baixa variação, cabendo assim dentro do intervalo máximo de variação aceitável para o teste, que é de 1 a 2 pontos percentuais (MARCOS-FILHO, 2015).

Verificou-se que o teor de água das sementes expostas à solução saturada de NaCl apresentou valores menores (9,2 a 9,7%), após os períodos de envelhecimento em relação aos observados para as envelhecidas pelo procedimento tradicional indicando que o uso de solução salina contribui para retardar a absorção de água pelas sementes durante o envelhecimento das mesmas.

De acordo com Tunes et al. (2011), quando o teor de água das sementes é relativamente baixo, como ocorreu nestas sementes de amaranto, é permitida uma maior confiabilidade aos resultados obtidos nos testes de qualidade fisiológica.

Para o envelhecimento acelerado tradicional a 38 °C (Tabela 4), 24 horas de condicionamento foram suficientes para separar os lotes em 5 categorias de qualidade, se assemelhando com os testes iniciais, enquanto que 48h classificou em apenas duas e 72 h três categorias. Já para 41 °C, tanto 24 horas quanto 72 horas, separou em 3 e 48 h em duas categorias. Para o envelhecimento acelerado modificado a 38 °C e 41 °C tanto a 24 h quanto a 72 h, obtiveram 4 categorias de qualidade entre os lotes e 48 h classificou em 2 categorias com 38°C e 3 com 41 °C.

Kozen (2018), ao trabalhar com tabaco obteve resultados semelhantes utilizando o envelhecimento tradicional, com 24 horas de condicionamento. E Medeiros (2008) trabalhando com fumo, dos híbridos CSC 405, verificou que o teste de envelhecimento a temperatura de 38°C era eficiente para separar os lotes em níveis de qualidade.

Tabela 4. Germinação após o envelhecimento acelerado conduzido em dois métodos (Tradicional e Modificado), três tempos de exposição (24, 48 e 72 horas) e duas temperaturas (38 e 41 °C), para oito lotes de sementes de erva-de-santa-maria.

Lotes	Método Tradicional			Método Modificado		
	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
----- 38 °C -----						
1	11 e	32 b	9 c	3 d	11 b	5 d
2	82 c	27 b	80 a	90 b	32 b	38 c
3	93 a	68 a	83 a	88 b	67 a	86 a
4	89 b	65 a	90 a	93 b	63 a	88 a
5	98 a	64 a	91 a	100 a	65 a	76 b
6	97 a	56 a	86 a	98 a	69 a	75 b
7	92 a	75 a	89 a	69 c	61 a	66 b
8	57 d	66 a	52 b	75 c	23 b	44 c
CV (%)	6,10	16,59	11,11	6,96	30,31	16,69
----- 41 °C -----						
1	21 c	18 b	36 c	7 d	11 c	24 d
2	75 b	77 a	91 a	65 b	76 a	72 b
3	90 a	48 b	94 a	89 a	60 a	87 a
4	90 a	94 a	78 b	87 a	78 a	87 a
5	96 a	89 a	96 a	94 a	85 a	89 a
6	96 a	88 a	95 a	90 a	90 a	5 e
7	94 a	99 a	85 b	95 a	87 a	84 a
8	70 b	72 a	92 a	73 b	34 b	61 c
CV (%)	6,45	31,93	9,60	8,99	24,21	9,66

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Para todos os parâmetros iniciais estudados a correlação entre envelhecimento acelerado tradicional a 38 °C, com tempo de condicionamento de 24 horas foram superiores aos demais testes de envelhecimento a uma significância de 1% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre a germinação após o envelhecimento e primeira contagem (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) de sementes de oito lotes de erva-de-santa-maria.

Temperatura	Método	Tempo	PC	G	IVG	EP	IVE
38 °C	Tradicional	24 h	0,92 **	0,94 **	0,95 **	0,95 **	0,91 **
38 °C	Tradicional	48 h	0,39 *	0,55 **	0,53 **	0,49 **	0,49 **
38 °C	Tradicional	72 h	0,89 **	0,93 **	0,94 **	0,94 **	0,90 **
38 °C	Modificado	24 h	0,91 **	0,92 **	0,92 **	0,91 **	0,85 **
38 °C	Modificado	48 h	0,62 **	0,65 **	0,67 **	0,75 **	0,74 **
38 °C	Modificado	72 h	0,78 **	0,79 **	0,84 **	0,86 **	0,88 **
41 °C	Tradicional	24 h	0,89 **	0,95 **	0,95 **	0,94 **	0,88 **
41 °C	Tradicional	48 h	0,57 **	0,66 **	0,63 **	0,58 **	0,49 **
41 °C	Tradicional	72 h	0,78 **	0,87 **	0,83 **	0,81 **	0,72 **
41 °C	Modificado	24 h	0,87 **	0,95 **	0,94 **	0,91 **	0,86 **
41 °C	Modificado	48 h	0,72 **	0,73 **	0,73 **	0,79 **	0,70 **
41 °C	Modificado	72 h	0,58 **	0,51 **	0,56 **	0,50 **	0,55 **

\*\* Significativo pelo teste t ( $p < 0,01$ ).

## Conclusão

A utilização de quatro subamostras de 0,1 g de sementes puras embebidas em 3 mL de água a 25 °C, com período de embebição de três horas, mostra-se promissora na avaliação do vigor de sementes de erva-de-santa-maria pelo teste de condutividade elétrica.

O teste de envelhecimento acelerado tradicional a 38 °C, com 24 horas de exposição pode ser utilizado como teste de vigor para sementes de erva-de-santa-maria.

## Referencias

- ABRANTES, F.L.; KULCZYNSKI, S.M.; SORATTO, R.P.; BARBOSA, M.M.M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.106-115, 2010.
- ASSAIDI, A. et al. Hypotensive property of *Chenopodium ambrosioides* in anesthetized normotensive rats. **J Complement Integr Med**, v.11, n.1, p.1-7, 2014.
- BARBOSA RM, SILVA CB, MEDEIROS MA, Centurion MAPC, Vieira RD. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. **Ciência Rural** 2012; 42(1): 45-51.
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R.. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n.1, p.104112, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA-ACS, 2009. 395p.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. 4.ed. Boston, MA: **Kluwer Academic Publishers**, 2001. 467p.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1,n.2, p 427452, 1973.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31- 42, 1996.
- FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.59-63, 2006.
- FUENTES-BAZAN et al., Fuentes-Bazan S, Mansion G, Borsch T (2012) Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae). **Mol Phyl Evol** 62: 359–374, 2012.
- HALLAL, A.; BENALI, S.; MARKOUK, M.; BEKKOUCHEA, K.; LARHSINI, M.; CHAIT, A.; ROMANE, A.; ABBAD, A; EL ABDOUNI, M.K. Evaluation of the Analgesic

and Antipyretic Activities of *Chenopodium ambrosioides* L. **Asian Journal of Experimental Biological Sciences**, v. 1 n. 1, p. 189-192, 2010.

HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v.12, n.2, p.403-413, 1984.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, v.25, p.123-131, 1996.

KONZEN, LHK. **Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de tabaco**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.76-177, 1962. MARCOS FILHO, 2015;

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MEDEIROS, Everton Maksud. **Physiological maturation and adaptation of the accelerated aging test to tobacco seeds**. 2008. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

NGO BUM, E. Anxiolytic activity evaluation of four medicinal plants from Cameroon. Afr. **J Tradit Complement Altern Med**, v.8, n.5, p.130-139, 2011.

OLIVEIRA S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: UFPR; 2012.

ROSA, Thaís D'Avila et al . Electrical conductivity and accelerated aging in amaranth (*Amaranthus crueentus* L.) seeds. **J. Seed Sci.**, Londrina , v. 40, n. 1, p. 44-51, Mar. 2018 .

SANTOS, SRG; DE PAULA, ERC. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 81, p. 7-16, 2009.

SANTOS, P.M. et al., Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.91-96, 2002.

SOUZA, G. E. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 35-41, out./dez. 2014.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; BADINELLI, P. G.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de cebola com e sem solução salina saturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.  
VANZOLINI & NAKAGAWA 2005;

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. *Journal of Seed Technology*, **Springfield**, v.3, n.1, p.10-18, 1978. VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999;

YE H., LIU Y., LI N., YU J., CHENG H., LI J., ZHANG, XUE-ZHI; Antihelicobacter pylori activities of *Chenopodium ambrosioides* L. in vitro and in vivo. **World J Gastroenterol**. v.2, n.14, 4178-4183, 2015.