

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

ADRIANE WITKOVSKI

**EFEITO DO MATRICONDITIONAMENTO SOBRE O DESEMPENHO DE**  
**SEMENTES DE CHIA E AMARANTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DOIS VIZINHOS

2018

**ADRIANE WITKOVSKI**

**EFEITO DO MATRICONDICIONAMENTO O DESEMPENHO DE SEMENTES  
DE CHIA E AMARANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR – DV) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

Co-orientador: Prof. Américo Wagner Júnior

DOIS VIZINHOS

2018

W825e Witkovski, Adriane.  
Efeito do matricondicionamento sobre o desempenho de sementes de chia e amaranto. / Adriane Witkovski – Dois Vizinhos: [s.n], 2018. 66f.: il.

Orientador: Dr. Jean Carlo Possenti.  
Co-orientador: Dr. Américo Wagner Júnior.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Dois Vizinhos, 2018.  
Bibliografia p.55-66

1.Sementes. 2.Cereais. 3.Alimentos - Qualidade. I. Possenti, Jean Carlo, orient. II. Wagner Júnior, Américo, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV. Título

CDD:631.521

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Título da Dissertação nº 016**

#### **Efeito do matricondicionamento sobre o desempenho de sementes de chia e amaranto**

#### **Adriane Witkovski**

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia vinte e três de fevereiro de dois mil e dezoito, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O (a) candidato (a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

.....

Banca examinadora:

---

**Dr. Jean Carlo Possenti**  
UTFPR-DV

---

**Dr. Carlos André Bahry**  
UTFPR-DV

---

**Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes**  
UTFPR-DV

---

**Dr. Flávio Endrigo Cechim**  
IFPR

---

**Reservado à Coordenação**

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que permitiu que tudo isso acontecesse.

À Universidade Tecnológica do Paraná, pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jean Carlo Possenti, pela orientação, apoio e confiança.

À Banca examinadora: Dr. Carlos André Bahry, Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes e Dr. Flávio Endrigo Cechim pelas contribuições na dissertação.

Aos meus pais, principalmente a minha mãe Tereza Witkovski, grande incentivadora nos estudos.

Aos meus irmãos Luciane, Elizane, Josiane, Tatiane, Anderson e Thiago, e aos cunhados Roberto e Marlon, pelo apoio psicológico.

Aos meus sobrinhos Lucas, Júlia, Matheus e Alice, que ainda vai nascer, pelos momentos de carinho.

À minha amiga Vanusa de Oliveira que me apresentou ao programa de mestrado.

Ao meu colega Alberto Ricardo Stefani pela ajuda na coleta de dados e apoio sempre que precisei.

À Adriana B. de Lima pelo auxílio na coleta de dados, paciência e dedicação.

Aos amigos que fiz no mestrado e que levarei para a vida.

Aos amigos em geral, que compreenderam minha constante ausência em datas importantes, comemorações, enfim. Aos diretores das escolas estaduais, pela liberação para que eu pudesse participar de eventos relacionados ao mestrado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigada!

## RESUMO

WITKOVSKI, Adriane. **Efeito do matricondicionamento sobre o desempenho de sementes de chia e amaranto**. 2018. 66 f. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Dois Vizinhos, 2018.

Sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) e amaranto (*Amaranthus* sp. L.) são conhecidas pelos seus elevados valores nutricionais e fonte de energia. Estes pseudo-cereais ganharam notoriedade a partir da década de 90, com a crescente demanda por produtos saudáveis. No Brasil, o cultivo destas duas espécies ainda é recente, e o conhecimento de suas exigências de cultivo ainda são escassos. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do hidrocondicionamento mátrico sobre o desempenho de sementes de chia e amaranto. Os experimentos foram realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR, entre março de 2016 a julho de 2017, com sementes crioulas de chia e de amaranto, produzidas por agricultores familiares do RS. Inicialmente realizou-se um teste de retenção hídrica da vermiculita, segundo as Regras para Análises de Sementes (RAS). Em seguida estabeleceu-se a curva de embebição, por matricondicionamento, para verificar o melhor teor de umidade para embeber as sementes. A embebição das sementes foi realizada a partir da pesagem sistemática de quatro repetições de 100 sementes as 02, 04, 08, 16 e 32 horas depois do início do processo, em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 55,5 g de vermiculita esterilizada e umedecida com água destilada, nas respectivas capacidades de retenção. Sobre uma tela de inox coberta com papel germitest<sup>®</sup> semearam-se as sementes, sendo estas acondicionadas em câmara germinadora a 10<sup>o</sup> C. Após esta etapa, utilizando-se capacidade de 100% de retenção hídrica pela vermiculita, novamente as sementes foram postas para embeber. Em seguida foram realizados testes fisiológicos: germinação, primeira contagem, massa seca das plântulas, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, condutividade elétrica e emergência acumulada, com a finalidade de medir o efeito do processo da embebição sobre o desempenho das sementes. As sementes de chia e de amaranto atingem a Fase II da germinação com 8 horas de embebição por meio do matricondicionamento. O matricondicionamento não influenciou positivamente no desempenho fisiológico das sementes de chia e de amaranto.

**Palavras-chave:** Pseudo-cereais atributos de qualidade; *Salvia hispanica*; *Amaranthus* sp.

## ABSTRACT

WITKOVSKI, Adriane. **Matriconditioning effect on the performance of chia seeds and amaranth.** 2018. 66 f. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Dois Vizinhos, 2018.

Seeds of chia (*Salvia hispanica* L.) and amaranth (*Amaranthus* sp. L.) are known for their high nutritional value and energy source. These pseudo-cereals gained notoriety since the 1990s, with growing demand for healthy products. In Brazil, the cultivation of these two species is still recent and the knowledge of their cultivation requirements is still scarce. Thus, the research had as objective to evaluate the effect of the hidropriming matrix on the performance of seeds of chia and amaranth. The experiments were carried out at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR, between March 2016 and July 2017, with creole seeds of chia and amaranth, produced by family farmers of Rio Grande do Sul. A water retention test of the vermiculite was initially performed according to the RAS. Then, the impregnation curve was established, by matriconditioning, to verify the best moisture content to soak the seeds. Seed soaking was performed by systematic weighing of four replicates of 100 seeds at 02, 04, 08, 16 and 32 hours after the start of the process in gerbox plastic boxes containing 55.5 g of sterilized vermiculite and moistened with distilled water in the respective holding capacities. On a stainless steel screen covered with germitest paper the seeds were seeded and after capping, the boxes were sealed with crepe tape and conditioned in germinating chamber regulated at 10° C. After this stage, using a capacity of 100% water retention by the vermiculite, again the seeds were put to soak. Then, physiological tests were performed: germination, first count, seedling dry mass, emergency speed index, emergency speed, electric conductivity and accumulated emergency, in order to measure the effect of the imbibition process on seed performance. The seeds of chia and amaranth reach Phase II of the germination with 8 hours of imbibition by means of the matriconditioning. The matriconditioning did not positively influence the physiological performance of chia seeds and amaranth seeds.

**Keywords:** Pseudo-cereals; attributes; *Salvia hispanica*; *Amaranthus* sp.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01** – Detalhe do procedimento adotado para embebição das sementes de chia (*S. hispanica* L.) e de amaranto (*Amaranthus* sp. L.). **A:** caixa gerbox com vermiculita em proporção adequada ao experimento; **B:** isolamento com fita crepe devido ao diâmetro diminuto das sementes; **C:** semeadura; **D:** caixas gerbox lacradas com fita crepe. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **33**
- Figura 02** – Curva de embebição de sementes de chia (*S. hispanica* L.) matricondicionadas em função de seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **36**
- Figura 03** – Primeira contagem de germinação de sementes de chia (*S. hispanica* L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **38**
- Figura 04** – Efeitos da embebição na porcentagem de germinação de dois lotes de chia (*S. hispanica* L.). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **39**
- Figura 05** – Comprimento da parte aérea e sistema radicular de plântulas de chia (*S. hispanica* L.) em função da hidratação por até 32 horas. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **40**
- Figura 06** – Comprimento de plântulas de chia (*S. hispanica* L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **41**
- Figura 07** – Emergência acumulada de sementes de chia (*S. hispanica* L.) provenientes do Lote 3 (A) e Lote 4 (B) submetidas a seis tempos sob matricondicionamento. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **42**
- Figura 08** – Índice de velocidade de emergência de sementes de chia (*S. hispanica* L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **43**
- Figura 09** – Massa seca de plântulas de chia (*S. hispanica* L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **44**
- Figura 10** – Tempo médio de emergência de chia (*S. hispanica* L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **45**



**Figura 11** – Curva de embebição de sementes de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) matricondicionadas em função de seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **46**

**Figura 12** – Primeira contagem de germinação de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **48**

**Figura 13** – Germinação de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **49**

**Figura 14** – Emergência acumulada sementes de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) provenientes do Lote 1 (A) e Lote 2 (B) submetidas a seis tempos sob matricondicionamento. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **50**

**Figura 15** – Índice de velocidade de emergência de sementes de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **51**

**Figura 16** – Massa seca de plântulas de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **52**

**Figura 17** – Velocidade de emergência de sementes de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018..... **53**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 01** - Análise de variância e quadrado médio da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência de sementes (VE) de Chia (*S. hispanica* L.) provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. Dois Vizinhos – PR, 2018..... **37**

**Tabela 02** - Análise de variância e quadrado médio da massa seca de plântulas, comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz de sementes (CPR) de Chia (*Salvia hispanica* L.) provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. Dois Vizinhos – PR, 2018..... **40**

**Tabela 03** - Análise de variância e quadrado médio da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Amaranthus* sp. provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. Dois Vizinhos – PR, 2018..... **47**

**Tabela 04** - Análise de variância e quadrado médio da massa seca de plântulas (M.S.), comprimento total de plântulas (CPT), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) e condutividade elétrica (C.E.) de sementes de *Amaranthus* sp. provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. Dois Vizinhos – PR, 2018..... **47**

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AAc: Emergência Acumulada.
- ANOVA: Análise de Variância.
- AOSA: Associação Oficial de Análise de Sementes.
- CE: Condutividade elétrica.
- CP: Comprimento de plântulas.
- CPA: Comprimento da Parte Aérea.
- CPR: Comprimento da Raiz de Sementes.
- CTP: Comprimento Total de Plântulas.
- DNA: Ácido desoxirribonucleico.
- IVE: Índice de Velocidade de Emergência.
- KCl: Cloreto de Potássio.
- $\text{KH}_2\text{PO}_4$ : Ortofosfato de Potássio
- $\text{KNO}_3$ : Nitrato de Potássio.
- Lt: Lote
- mPa: Megapascal (unidade de medida de pressão e tensão)
- mRNA: Ácido ribonucleico mensageiro.
- MS: Massa Seca de plântulas.
- PCG: Primeira Contagem de Germinação.
- PEG: Propilenoglicol
- PG: Porcentagem de Germinação.
- RAS: Regras de Análise de Sementes.
- RP: Rolo de papel.
- SNSM: Sistema Nacional de Sementes e Mudas.
- VE: Velocidade de Emergência de Sementes.
- $\text{ZnSO}_4$ : Sulfato de Zinco

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1 CULTURA DA CHIA ( <i>S. hispanica</i> L.).....	16
3.1.1 Origem e classificação botânica da Chia .....	16
3.1.2 Importância econômica da Chia.....	17
3.1.3 Importância nutricional da Chia .....	18
3.2 CULTURA DO AMARANTO ( <i>Amaranthus</i> sp. L.) .....	19
3.2.1 Origem e classificação botânica do amaranto .....	19
3.2.2 Importância econômica do Amaranto .....	20
3.2.3 Importância nutricional do Amaranto .....	21
3.2.4 Espécies de Amaranto.....	23
4 SEMENTES.....	24
4.1 Formação da semente .....	25
4.1.1 Maturidade fisiológica da semente.....	26
4.2 Qualidade das sementes .....	27
5 CONDICIONAMENTO MÁTRICO (Matricondicionamento).....	29
6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
7.1 <i>Salvia hispanica</i> L. ....	35
7.2 <i>Amaranthus</i> sp. L. ....	46
8 CONCLUSÕES .....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a agricultura mundial nos próximos 40 anos está relacionado com a produção de alimentos, fibras e energia para atender as necessidades, cada vez mais acentuada, de uma população exigente e consumista (CASARIN, 2012).

O Brasil tem sinalizado que caminha rumo a novos saltos de crescimento, baseado nos últimos 35 anos, em que a área cultivada cresceu 36,2% enquanto que a produção aumentou 253%. Estes dados mostram que é possível alcançar maior produção de alimentos pela intensificação sustentável (ALVES, ROCHA, 2010; CASARIN, 2012), dentro dos agroecossistemas, com o uso adequado de tecnologias, em harmonia com o meio ambiente.

O conhecimento de culturas que apresentam importância econômica e, principalmente, com o avanço nos estudos da nutrigenômica, torna-se fundamental o processo de desenvolvimento tecnológico, ao selecionar as melhores sementes, uma vez que se busca maior produção em espaços reduzidos, sem perder a qualidade nutricional (BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010; VASCONCELOS, 2010).

Dois culturas que se encaixam no cenário econômico e nutricional da atualidade são a *Salvia hispanica*, com nome comercial de “chia” e *Amaranthus* sp, com nome comercial “amaranto”. Tanto a chia quanto o amaranto tiveram suas produções praticamente esquecidas por muitos anos, sendo novamente introduzida na alimentação humana a partir da década de 90, com a necessidade de uma alimentação que atenda as necessidades nutricionais, mas que também tenham propriedades funcionais (PIEROTI, 2013).

A chia, conhecida por suas propriedades antioxidantes e cardioprotetoras, hipertensão e doenças inflamatórias, pode ser consumida na forma de sementes inteiras, óleos ou farinhas. São excelentes fontes de fibras, proteínas, minerais e compostos fenólicos (AYERZA, 1995; IXTAINA et al., 2011; CAPITANI et al., 2012).

O amaranto é considerado um pseudo-cereal rico em proteínas de alto valor biológico, quantidade relevante de amido, fonte de fibras, minerais, carotenoides e minerais, além de gorduras insaturadas como o ácido linoleico (AMAYA-FARFAN; MARCÍLIO; SPEHAR, 2005; KIRINUS; COPETTI; OLIVEIRA,

2010). Tanto a chia quanto o amaranto possuem elevada importância econômica, já que podem ser adicionados em outras preparações alimentícias, agregando valor nutricional e econômico.

A qualidade da semente é o elemento indispensável no processo produtivo de uma cultura. O grau de importância é determinado por um conjunto de fatores que interferem desde a sua produção até a semeadura (SANTORUM et al., 2013). Krzyzanowski, West e França-Neto(2006) têm conduzido testes com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e maturação que possam causar a redução da qualidade da semente desde o desenvolvimento no campo até o armazenamento.

Os testes de vigor, segundo MDonald (1975), são classificados de acordo com suas características em testes físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência. Pesquisadores têm-se utilizado dos testes de vigor nos programas de controle de qualidade de sementes, permitindo sua avaliação em cada etapa de produção. Esta avaliação fornece parâmetros para estabelecer procedimentos que resultem na produção de sementes de alta qualidade em qualquer setor da produção (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2012).

Para que se tenha sucesso no desenvolvimento destas culturas, tanto na comercialização, quanto no armazenamento e / ou na sementeira, faz-se necessário o estudo tecnológico de suas sementes. Embora as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabeleçam critérios para testes de germinação e controle de qualidade de sementes de chia e amaranto, poucos estudos foram realizados envolvendo a sua tecnologia de sementes (POSSENTI et al., 2016).

O matricionamento é uma das mais recentes tecnologias nos processos de pré-tratamento de sementes. O processo que procura simular as condições de campo, consiste em condicionar as sementes em uma matriz sólida ou semissólida umedecida. Os materiais mais utilizados são a vermiculita, a argila expandida, a areia esterilizada, o gel de polipropionato sódico ou silicato de cálcio sintético (KHAN ee PATASZNIK, 1992; MARCOS-FILHO, 2015).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- A condução da presente investigação científica, teve como objetivo geral avaliar o efeito do hidrocondicionamento mátrico sobre o desempenho de sementes de chia e amaranto.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Parametrizar tempo de embebição para sementes de chia e amaranto;
- Estabelecer curvas e padrão de embebição para sementes de chia e amaranto;
- Medir o efeito do condicionamento sobre os atributos fisiológicos de sementes de chia e amaranto.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CULTURA DA CHIA (*S. hispanica* L.)

##### 3.1.1 Origem e classificação botânica da Chia

Originária do México e norte da Guatemala, a *S. hispanica* L., popularmente conhecida como Chia, foi um marco nas culturas Inca, Maias e Astecas. Os Maias chamavam a chia de “alimento sagrado” uma vez que segundo a lenda, os mensageiros poderiam correr o dia todo com apenas um punhado de sementes, com uma incrível resistência (VAZQUES-OVANDO et al, 2009; CAPITANI et al., 2012; MARTÍNEZ et al., 2012).

Produzida comercialmente nos países de origem e na América do Sul, a chia teve seu cultivo extinto durante séculos, sendo retomado no início dos anos 90 por pesquisadores argentinos em parceria com a Universidade do Arizona (EUA). A partir desta década, os cientistas têm se dedicado em pesquisas com a chia, inclusive no Brasil, onde a introdução da cultura é recente. Além do grão, são disponibilizados como principais derivados comerciais a farinha e o óleo. Apresenta características similares às linhaças douradas e marrons, sendo consumida para a mesma finalidade (COATES e AYERZA, 1996; TOMBINI, 2013; SPADA et al. 2014).

A *S. hispanica* L. é uma dicotiledônea pertencente a família Lamiaceae, composta por sete subfamílias e, aproximadamente, de 300 gêneros. São mais de 7500 espécies com ampla distribuição, preferencialmente, em regiões tropicais e temperadas. A família Lamiaceae abrange o gênero *Salvia*, sendo um dos mais numerosos para esta família, com 900 espécies classificadas distribuídas por várias regiões do mundo, incluindo o Sul da África, América Central, América do Norte, América do Sul e Sul da Ásia (BUENO et al., 2010; STEVENS, 2012).

Normalmente são plantas herbáceas ou arbustos lenhosos perenes, cultivadas bianualmente. As folhas e os caules são ricos em óleos essenciais. Devido a isso, grande parte das espécies podem ser domesticadas para uso como alimento, condimentos e até mesmo perfumes. As flores hermafroditas, posicionadas nas extremidades dos ramos, apresentam-se nas cores roxa ou branca, e são muito atrativas para insetos. Possuem pequeno diâmetro (34 mm) com pétalas pequenas e



parte da flor fundida, o que facilita a autofecundação (CAHILL; PROVANCE, 2002; BUENO et al., 2010).

Depois de fecundadas, as flores originam um fruto em forma de aquênio indeiscente, monospermico, oval, suave e brilhante, de coloração preta acinzentada, com manchas irregulares predominantemente avermelhadas e, em alguns casos, brancas. Em contato com a água, estes frutos formam um gel, proveniente de mucilagem na superfície (JIMÉNEZ, 2010). Tosco (2004), sugere que o gel auxilia na proteção da semente, quando estas são semeadas em climas áridos e quentes, podendo assim explicar uma resistência à climas áridos.

A chia propaga-se, principalmente, por meio de sementes, as quais possuem de 1 a 2 mm, de coloração amarelo-ocre, classificadas em albuminosas e superfície reticulada. O embrião é axial, linear, com cotilédones de simetria dorsiventral. O endosperma possui células ricas em corpos lipídicos esféricos e corpos proteicos lenticulares de origem vascular (AYERZA e COATES, 2006; DI SAPIO et al., 2012).

### 3.1.2 Importância econômica da Chia

A chia, no período Pré-Colombiano, era considerada a base da alimentação das civilizações que habitavam a região da América Central, ficando atrás apenas do milho e feijão, mas se destacando entre outras culturas, como o amaranto (AYERZA e COATES, 2004).

Após ficar um longo tempo em esquecimento, a chia voltou a ganhar maior atenção nos últimos anos acompanhando a onda de mudanças no estilo de vida mais saudável. Estas mudanças devem-se ao aumento da incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), consequência de uma vida sedentária e uma dieta altamente processada e pobre em nutrientes (MOHD ALI et al., 2012).

Comercializada também como alimento funcional, cultiva-se chia na Austrália, América Central e América do Sul, ressaltando-se as cidades de Catamarca, Salta, Tucumán e Jujuy (BUSILACCHI et al., 2013). Acatic, no México, é o maior centro produtor de grãos, os quais são exportados para os Estados Unidos, Europa e Japão (JIMÉNEZ, 2010).

No Brasil, embora não se tenha conhecimento das exigências agrônômicas dessa cultura, algumas regiões do oeste do Paraná e Rio Grande do Sul investiram no cultivo de chia nos últimos anos, apontando resultados promissores, com excelente potencial econômico (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Contudo, as variedades cultivadas no Brasil, não são ainda oriundas de programas de melhoramento genético, sendo conhecidas como cultivares “comuns” ou “crioulas”, com a mesma denominação para as suas sementes, multiplicadas fora do Programa Nacional de Sementes, para uso próprio e em pequenas propriedades (MIGLIAVACCA et al., 2014). No Registro Nacional de Cultivares, não consta nenhuma cultivar registrada (BRASIL (MAPA), 2017). É possível, inclusive, que as sementes destes materiais tenham entrado no país de maneira informal, tendo sua data de entrada se perdido no tempo. O ciclo médio de tais materiais tem sido ao redor de 90 a 150 dias, dependendo da altitude (AYERZA e COATES, 2006; GUIOTTO, 2014).

### 3.1.3 Importância nutricional da Chia

O grão de chia (*S. hispanica*) ganhou destaque nos últimos anos por apresentar propriedades importantes na saúde e nutrição humana. Estas propriedades devem-se ao alto teor nutricional em proteínas (19% a 23%), carboidratos, ácidos graxos essenciais (33,9%), fibras (25% a 34,6%), vitaminas, minerais e compostos fenólicos, podendo ser consumida como semente, farinha ou óleo (AYERZA e COATES, 2004; IXTAÍNA; NOLASCO; TOMÁS, 2008; REYES-CAUDILLO et al. 2008; CAPITANI et al., 2012).

Além destes nutrientes, a chia apresenta quantidade significativa de compostos antioxidantes, como os carotenoides, tocoferóis, fitoesteróis, ácido clorogênico, flavonóides (miricetina, quercetina e kaempferol) e ácido caféico. Também possui ótimas fontes de vitaminas do complexo B (riboflavina, niacina e tiamina) e minerais (cálcio, cobre, fósforo, zinco, magnésio e potássio) (IXTAÍNA et al., 2008; REYES-CAUDILHO et al., 2008).

A semente de chia possui quantidades expressivas de ácidos graxos poli-insaturados. Entre estes ácidos graxos, destaca-se o ácido linolênico (ácido graxo insaturado ômega-3 ( $\omega$ -3)) em maior proporção (58,7%), seguido do ácido linoleico,

que varia de 17 a 26%, ácido oleico (10%), ácido palmítico (6,68%) e ácido esteárico (2,67%) (AYERZA, 1995; IXTAINA, 2011).

Estes óleos demonstram benefícios relacionados à dislipidemia, inflamação, doenças cardiovasculares, homeostase da glicose e resistência à insulina, regulação do intestino e prevenção de alguns tipos de câncer. A semente da chia apresenta teor de sódio reduzido, quando comparado a outras fontes de  $\omega$ -3, o que a torna uma excelente fonte de alimento para as pessoas que sofrem de hipertensão, e necessitam de uma restrição nos níveis de sódio (VUKSAN et al. (2007, 2010); VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2010; IXTAINA et al., 2011; JIN et al., 2012; BUSILACCHI et al., 2013).

Em razão do seu valor nutritivo e estabilidade, as sementes de chia vêm sendo adicionadas a uma variedade de alimentos como fórmulas para lactentes, papinhas para crianças, barras de sementes e de cereais, iogurte e outros alimentos. Animais alimentados com sementes de chia, como as galinhas e vacas leiteiras têm, por exemplo, sua carne e leite enriquecidos com ômega-3 quando comparados com animais alimentados com linhaça ou colza (AYERZA e COATES, 2002; ANTRUEJO et al., 2011). Estas informações são importantes para incentivar o cultivo da chia no Brasil e no mundo.

A semente de chia pode formar um gel mucilaginoso quando mergulhada em água, composto de fibras solúveis, que podem ser usadas na indústria alimentícia, melhorando características organolépticas, textura e valor nutricional dos produtos (SPADA et al., 2014). Um destaque para o grão de chia é o fato de que a sua farinha é uma excelente opção para a formulação de produtos isentos de glúten (PEREIRA et al., 2013), sendo assim, interessante para a alimentação de celíacos e ou indivíduos que possuem alergia ao glúten.

### **3.2 CULTURA DO AMARANTO (*Amaranthus* sp. L.)**

#### **3.2.1 Origem e classificação botânica do amaranto**

A palavra "*Amaranthus*", popularmente chamada de amaranto, tem origem grega, *a*: negação e *maraino*: murchamento, e significa imortal devido a sua

resistência à seca, sendo, portanto, considerada imperecível (TOADER; ROMAN, 2009).

O amaranto (*Amaranthus sp.*), planta herbácea da família Amaranthaceae, classificado como um pseudo-cereal, originário das Américas do Sul e Central, tem os grãos das espécies do gênero *Amaranthus* cultivados desde os tempos antigos no Sul da Ásia e, provavelmente, tem origem a partir desta região (SPEHAR, 2003). No entanto, há pouca evidência para apoiar esta reivindicação.

Em suas fases iniciais de desenvolvimento, a planta do amaranto pode ser confundida com uma das plantas daninhas mais importantes, popularmente chamada de caruru, cuja origem se estende no continente americano, do Canadá até a Argentina, sendo encontradas também na África, Ásia e Oceania. No Brasil, apresenta-se em todos os estados, com predominância no nordeste brasileiro (COSTA; LIMA, 2010). Além das espécies daninhas, há também a espécie ornamental conhecida por crista-de-galo, pertencentes à mesma família (, 2003).

De acordo com Costa e Santos (2009), a forma de cultivo induz a emergência, a qual ocorre três dias após as sementes serem semeadas, sendo recomendado que isto ocorra de 0 a 1 cm de profundidade em ambiente protegido (DOS SANTOS; AMARAL, 2017). A floração ocorre 43 dias após a emergência. O diâmetro do caule pode chegar a 15,73 mm, copa com baixo desenvolvimento, área foliar com 210,00 cm<sup>2</sup>, e aproximadamente, 93 dias de ciclo. As sementes não apresentam dormência, possuem coloração clara e peso médio de 0,70 g em mil sementes (COSTA, 2007; COSTA; TRZECIAK; VILLELA, 2008).

### 3.2.2 Importância econômica do Amaranto

O amaranto ocupa um grau de importância relevante desde a década de 1980, devido ao seu alto valor nutritivo uma vez que apresenta a maioria dos aminoácidos essenciais, os mesmos encontrados na carne vermelha, e sua facilidade de adaptação a diferentes ambientes, incluindo áreas desfavoráveis para outras culturas de interesse econômico (BRESSANI, 1989; AMAYA-FARFAN et al 2005; SOARES, 2008; BLÁCIDO; SOBRAL; MENEGALLI, 2010). É uma cultura que necessita ser melhor utilizada no Brasil, inclusive para cobertura do solo no sistema plantio direto (POSSENTI et al., 2016).

Mesmo apresentando facilidade de adaptação em regiões de restrição hídrica, são poucos os estudos com as sementes de amaranto nestas regiões no Brasil. Dados preliminares indicam que é possível obter um rendimento médio de 1,0 tonelada ha<sup>-1</sup>, sob baixas condições de umidade na fase reprodutiva. Em regiões onde não há restrição hídrica, foram observados rendimentos médios de 3,0 toneladas ha<sup>-1</sup> (AMAYA-FARFAN, 2005).

A Índia possui o segundo maior banco de germoplasma da espécie, sendo que o primeiro está localizado nos Estados Unidos. Contudo a maior produção de amaranto é na Índia (BECERRA, 2008).

A Embrapa Cerrados, localizada no Distrito Federal, vem testando várias espécies de amaranto, para produção comercial de alimentos, no sentido de adaptar três espécies graníferas americanas aos solos e ao clima do Cerrado brasileiro. Busca também adaptar estas espécies, na variabilidade de grãos e aproveitamento da palha para adubação na entressafra, assim como uso no plantio direto (SPEHAR et al., 1997; SPEHAR e CABEZAS, 2001; SPEHAR e TEIXEIRA, 2003; AMAYA-FARFAN, 2005). O cultivar BRS Alegria já está disponível para o cultivo pelos produtores (SPEHAR et al., 2003; BRASIL (MAPA), 2017).

Na África, Ásia e nas Américas, o amaranto vem sendo utilizado como hortaliça, e na China, como forrageira; enquanto que nos Estados Unidos, o grão é utilizado na indústria de pães, biscoitos e alimentos glúten-free para pessoas celíacas (TEIXEIRA; SPEHAR; SOUZA, 2003).

O amaranto pode apresentar papel importante na economia mundial, pela facilidade de cultivo comercial e pelo alto teor de nutrientes, provenientes tanto do grão quanto de partes vegetativas. De fácil adaptação aos solos e climas brasileiros, o amaranto poderia se tornar uma cultura de excelente poder econômico, e integrado aos sistemas de cultivo conservacionistas ou agroecossistemas (KAUFFMAN, 1992; AMAYA-FARFAN, 2005). Esta cultura, no Brasil, depende da introdução de germoplasma que contenha diversidade, para avanços nas pesquisas de melhoramento genético (MENDES, 2014).

### 3.2.3 Importância nutricional do Amaranto

O amaranto é um vegetal com teores elevados de proteínas nos grãos (18,9%) e nas folhas (21,9%), concentração significativa de minerais como cálcio (29,6 g kg<sup>-1</sup>), magnésio (21,6 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (4,8 g kg<sup>-1</sup>), zinco (26,8 mg kg<sup>-1</sup>) e ferro (424,3 mg kg<sup>-1</sup>) no tecido foliar, comparado a outros cereais como o trigo, milho e arroz (COSTA, 2007).

O conteúdo de proteínas nos grãos do amaranto pode variar de 12 a 18%, e é encontrada, principalmente, no embrião (65%), diferentemente de outros cereais como o milho, o arroz e a soja, em que 80% são encontradas no endosperma e cotilédones (TEUTONICO; KNORR, 1985; BRESSANI, 1989; SEGURA-NIETO et al., 1992). Com base na matéria seca, o conteúdo de proteína pode variar, nas diferentes espécies de amaranto, superando a maioria dos cereais (SPEHAR, 2007).

A maior concentração de carboidratos, presente nos grãos de amaranto, estão na forma de amido, os quais apresentam grânulos de tamanho inferior aos do milho e do trigo. Segundo Koziol (1990), quanto menor o tamanho dos grãos de amido, mais estáveis são os carboidratos, o que se torna interessante para a indústria de alimentos. Grande parte das espécies de amaranto apresentam amido ceroso, rico em amilopectina (em média 95%), conferindo um comportamento especial principalmente na sua utilização como fonte de alimentos. Comparando com o amaranto, a semente de milho necessita passar por modificações genéticas para alcançar composição semelhante (RAMÍREZ, 2007).

Segundo Marcílio et al. (2003), o aumento na demanda pelos grãos do amaranto deve-se ao seu elevado valor energético e alta digestibilidade (média de 93%), além de não conter glúten, podendo ser usado por indivíduos celíacos. Por apresentar alto valor de energia e digestibilidade, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) vem utilizando o amaranto na alimentação dos astronautas em viagens espaciais (ASOCIACIÓN MEXICANA DEL AMARANTO, 2003).

Outra vantagem do consumo do amaranto para a população é a sua ação como redutor do nível do colesterol LDL, considerado o colesterol ruim (FERRAZ, 2007), prevenindo, conseqüentemente, doenças cardíacas e obstrutivas, além de apresentar atividade anticancerígena (NESARETNAM et al., 1995). Também pode proteger a pele contra o envelhecimento (KOOYENGA et al., 1996). Segundo Pieroti (2013), o amaranto possui baixo custo de cultivo, e é bem adaptável aos climas tropicais. Como produz sementes nutritivas aos serem humanos, e com um sabor

diferenciado e agradável, pode ser uma alternativa interessante de cultivo, sobretudo em propriedades de pequeno porte.

O teor de óleo nas sementes do amaranto pode variar de acordo com a espécie e genótipo, ficando entre 1,9 e 8,7%. Os ácidos graxos que se destacam no amaranto são o palmítico (19%), oleico (26%) e linoleico (47%). São valores bem superiores aos da chia, enquanto que o ácido graxo linolênico está presente na proporção de 1,4% dos ácidos graxos totais (BERGER et al., 2003).

### 3.2.4 Espécies de Amaranto

Dentre as 80 espécies existentes, as mais estudadas são: *Amaranthus cruentus* (México, África, Caribe, Ásia e América do Sul), *Amaranthus caudatus* (América do sul), *Amaranthus hypochondriacus* (Índia, México e Estados Unidos) e *Amaranthus tricolor* (China e Índia) (SAUNDERS e BECHER, 1984; SUAREZ, 2013).

O *Amaranthus cruentus*, caracterizado como BRS Alegria, é o primeiro cultivar recomendado no Brasil (SPEHAR et al., 2003), e apresenta as seguintes características botânicas: hipocótilo com coloração rósea; folhas verdes grandes e alongadas, com coloração rósea da nervura, na face abaxial. O caule é ereto e possui coloração rósea. A inflorescência é apical, compacta, rósea, permanecendo mesmo após a maturidade fisiológica da planta.

O fruto, deiscente, pixídio típico, prende-se aos ramos da panícula. Uma semente arredondada, uma por fruto, possui coloração bege, diferentemente das plantas daninhas do mesmo gênero, que apresentam semente escura-preta (SPEHAR, 2003; AMAYA-FARFAN, 2005). O cultivar BRS Alegria, originou-se da variedade AM 5189, dos Estados Unidos, na qual realizou-se seleção massal. Em sucessão à soja, apresentou produção média de 2.359 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e 5.650 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa total em apenas 90 dias de ciclo (SPEHAR, et al. 2003).

O óleo da semente de amaranto contém entre 2,4 e 8,0% de esqualeno, sendo que na espécie *A. cruentus* pode chegar a 0,43% do peso total do grão (MENDONÇA, 2006). O teor de proteínas pode variar entre 13,2 e 18,2% (ASCHERI, 2004), e 4,2% de fibra alimentar (MARCILIO et al., 2003).

No Brasil, um estudo conduzido por Pieroti (2013) com sementes de amaranto adquiridas no comércio de Londrina-PR, e submetidas a análises físico-

químicas, apresentou umidade de 10,7%, cinzas 2,1%, proteínas 11,99%, índice de absorção água (IAA) de 2,7%, índice de solubilidade em água (ISA) de 4,7% e índice de absorção de óleo de 192,1%.

*Amaranthus caudatus* é outra espécie para a produção de grãos. Nativo dos Andes, de lá foi distribuído para outras regiões do mundo. Países como a Hungria e a Escócia o vem estudando. Em outros países da Europa, além desta espécie, também vem sendo produzido o *Amaranthus leucacarpus*. O *Amaranthus caudatus* foi introduzido como planta ornamental no período colonial mexicano, e parece que todas as espécies são sementes escuras. No entanto, na Alemanha, é produzida a forma clara (PÉREZ, 2013).

O grão do *Amaranthus caudatus* mostra-se como um excelente alimento a ser introduzido na dieta alimentar pelo seu alto teor de proteínas, em torno de 17,9% (PIEROTTI, 2013). Kabiri, Asgary e Setorki (2011) também observaram efeitos hipolipemiantes após o uso desta planta em coelhos e redução de lesões ateroscleróticas. Os hipolipemiantes, como o fitosterol encontrado nos vegetais, interferem competitivamente com o colesterol intestinal, diminuindo sua absorção (BAYS; STEIN, 2003).

A espécie *Amaranthus hypochondriacus* é outra espécie importante para a produção de grãos. Nativa do México é considerada a mais indicada no comércio de grãos, uma vez que apresenta produtividade razoável, por área plantada, mesmo em solos empobrecidos (SEALY et al., 1990).

Além da produção de grãos, a *A. hypochondriacus*, juntamente com *A. caudatus* e *A. dubios* são os mais adequados para a produção de folhas, pois contém baixos níveis de nitratos e oxalatos em comparação com o espinafre. Atualmente é aceito que os minerais e oxalatos normalmente encontrados no amaranto não representam risco à saúde. O sabor das folhas cozidas é tão aceitável como o sabor do espinafre e da couve-flor, conforme estudo realizado com 60 provadores (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

#### **4 SEMENTES**

De grande interesse comercial devido ao valor agregado, as sementes resultam de grande variabilidade genética produzidas por melhoristas. O sucesso da



germinação de uma semente em campo, com a conseqüente produção de plântulas vigorosas, está na expressão de seus atributos de qualidade (MARCOS-FILHO, 2015).

No Brasil, a Lei 10,711/03 rege a produção de sementes, a qual instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) que determina as Regras de Análise de Sementes (RAS), Análise Sanitária e Guia de Inspeção para a Produção de Sementes (BRASIL, 2003).

#### **4.1 Formação da semente**

A multiplicação ou propagação sexuada das plantas são processos complexos que envolvem vários estádios que dependem de diversos fatores: fertilidade da planta, eficiência da dispersão e viabilidade da semente. Inicia-se quando a planta passa do processo de transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva, a partir de alterações em suas gemas apicais. Esse mecanismo é dependente de condições ambientais específicas e resulta em uma flor (MARCOS-FILHO, 2015).

Uma vez estabelecida a flor, a qual poderá ser classificada em completa ou incompleta, inicia-se o processo de propagação sexuada. As flores completas ou perfeitas são hermafroditas e apresentam as partes masculinas e femininas, como são as flores de *S. hispanica* e de *Amaranthus* sp (MIGLIAVACCA et al., 2014). Já a incompleta apresenta apenas um dos elementos de reprodução, podendo ser estaminadas (masculinas) ou carpeladas (femininas) (JUDD et al., 2009).

Os grãos de pólen (microgametófito) são formados na antera, expansões dilatadas do estame, constituídas por duas ou mais tecas, cada uma com dois microsporângios, onde os grãos de pólen são formados. Normalmente, o grão de pólen contém uma célula vegetativa e outra reprodutiva. Já o óvulo é formado na base do pistilo, no ovário, a partir do desenvolvimento do integumentos e da célula arquesporrial (GUREVITCH et al., 2009).

À medida que a célula arquesporrial se desenvolve, a divisão mitótica resulta na formação da célula-mãe do megásporo funcional ou fértil. A megagametogênese tem início com a divisão do megásporo funcional, com três divisões mitóticas consecutivas que resultam em oito núcleos haploides,

organizados em dois grupos de quatro. O primeiro grupo é composto pela oosfera, acompanhada por duas sinérgidas e um dos núcleos polares; o polo chalazal apresenta três antípodas e o outro núcleo polar. Os dois núcleos polares migram para o centro, resultando no mesocisto, completando o saco embrionário. Completando-se esse estágio, obtém-se a oosfera, o gameta feminino (MARCOS-FILHO, 2015).

A polinização tem início com a deiscência da antera, promovendo a liberação dos grãos de pólen. Ao atingirem o estigma e se estes estiverem receptivos ou forem compatíveis, aderem-se à sua superfície, graças a exina. Os grãos de pólen aí aderidos, absorvem o líquido estigmático, intumescem e “germinam” para formar um ou mais tubos polínicos que se desenvolvem e crescem apicalmente, em direção ao ovário (TAIZ, et al., 2017). Ao atingi-lo, o tubo polínico penetra no óvulo pela micrópila. A fecundação do óvulo tem início com a ruptura do tubo polínico ao alcançar o saco embrionário. Os dois núcleos reprodutivos são liberados no interior do saco embrionário e o tubo polínico degenera (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em seguida, um dos gametas masculinos se une ao núcleo da oosfera formando a célula-ovo ou zigoto ( $2n$ ), enquanto que o outro núcleo reprodutivo se une aos dois núcleos polares do saco embrionário, originando o núcleo do endosperma, célula triploide ( $3n$ ). O zigoto resulta no embrião, enquanto os integumentos do óvulo resultam nos precursores dos tegumentos da semente. A semente é, portanto, o óvulo maduro, composta de no mínimo duas partes: tegumento e embrião. Algumas sementes apresentam um terceiro componente, o endosperma, já em outras essa estrutura encontra-se reduzida (GUREVITCH, et al., 2009)

#### 4.1.1 Maturidade fisiológica da semente

A semente se desenvolve a partir do óvulo fecundado, sendo formada por tecidos maternos e por tecidos embrionários, de forma que seu futuro desempenho é, de maneira geral, influenciado por processos fisiológicos que ocorrem durante vários estádios fenológicos da planta, após a indução floral (MARCOS-FILHO, 2015).

A maturidade fisiológica da semente é controlada geneticamente, e envolve uma sequência ordenada de eventos sucessivos de preparação para o sucesso da futura geração, a partir da fecundação, até que as sementes se tornem independentes da planta-mãe (DELOUCHE, 1971; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Poolock e Roos (1972), Dure III (1975) e Adams e Rinne (1980), o desenvolvimento da semente, da fertilização do óvulo até a maturidade pode ser dividido em quatro fases. Nas fases I e II ocorrem os processos de divisão, expansão e histodiferenciação celulares. Assim inicia o aumento do comprimento e largura da semente e seu grau de umidade permanece constante e elevado. Já a fase III é caracterizada pelo acúmulo de reservas (massa de matéria seca) sob teor de água ainda alto. O teor de água decresce a medida que aumentam as reservas. A fase IV é caracterizada pela dessecação, uma vez que as sementes perdem água com maior intensidade.

## **4.2 Qualidade das sementes**

A obtenção de altas produtividades de sementes, tanto da chia quanto do amaranto, está diretamente relacionada à qualidade das sementes. A utilização de sementes com potencial fisiológico é de extrema relevância na obtenção de resultados significativos em culturas de expansão econômica (BINOTTI et al., 2008).

O sucesso da germinação e estabelecimento de plântulas, exige atributos de qualidade, que nada mais são do que a soma de diversos fatores que contribuem para obtenção de plântulas mais vigorosas, que se adaptem nas diferentes condições edafoclimáticas com maior velocidade de emergência e desenvolvimento de plantas (NASCIMENTO, 2004; FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010). Sementes de qualidade apresentam germinação e emergência mais rápida (CARVALHO; ANDRADE; SILVA NETO, 2011).

Na área da tecnologia de sementes, um dos preceitos fundamentais é que sementes de alta qualidade apresentem melhor desempenho agrônomico em comparação com as de menor qualidade (DELOUCHE, 2005). A fim de garantir o desempenho agrônomico, a semente deve apresentar os atributos que lhe conferem

características como altas taxas de vigor, de germinação, de sanidade, pureza física e parietal, além de não conter sementes de plantas daninhas (BRAGANTINI, 2015).

Sendo de fundamental importância para o sucesso da cultura, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica, são realizados testes, os quais estimam de forma adequada o vigor das sementes, possibilitando o repasse de informações seguras para a semeadura em campo (SILVA et al., 2010).

Para as culturas da chia e do amaranto, verifica-se na literatura escassez de pesquisas relacionadas à germinação e vigor de suas sementes. O teste de germinação é simples de ser realizado, já que é feito em laboratório, sob condições ideais de temperatura (25° C) (POSSENTI et al., 2016) e umidade. É o mais utilizado para avaliar a capacidade das sementes se desenvolverem e originarem plântulas normais. Contudo, o teste de germinação limita algumas informações, por superestimar o potencial fisiológico de sementes (PEREIRA et al., 2011).

De acordo com Costa, Trzeciak e Villela (2008), a avaliação do potencial fisiológico é um fator importante no controle de qualidade de sementes, uma vez que fornece subsídios para detectar desconformidades durante a produção, assim como no desempenho das sementes em campo. Da mesma forma, Matthews et al. (2009) sugere que os testes de vigor indicam, de maneira relativa, o desempenho de lotes de sementes no campo e após períodos de armazenamento.

Em condições adversas, como em caso da ocorrência de seca, ou de baixa temperatura do solo durante a emergência, lavouras que utilizarem sementes de alta qualidade sofrerão menos as consequências, resultando em maiores produtividades comparadas às lavouras que utilizarem sementes de médios ou baixos vigos (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A fim de reduzir estas limitações, faz-se necessário o conhecimento da ecofisiologia da germinação, emergência e crescimento inicial destas espécies, para que se obtenha sementes de elevada qualidade fisiológica, garantindo o sucesso do seu desenvolvimento no campo (MOTA; SCALON; HEINZ, 2012).

A obtenção de resultados promissores, mais rápidos e efetivos, que busquem estimar o desempenho de lotes recebidos nos laboratórios de análise de sementes dependem do conhecimento das condições ideais de germinação (TUNES et al., 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

No estudo da tecnologia de sementes, uma das dificuldades encontradas, na avaliação da qualidade de sementes, refere-se à adoção de diferentes

metodologias na execução dos testes, necessitando assim, do desenvolvimento de uma padronização adequada para cada espécie, uma vez que podem ocorrer divergências nos resultados influenciados por diversos fatores, tais como temperatura, luz, disponibilidade de substrato, oxigênio e água (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A água desempenha papel fundamental em todas as etapas metabólicas no processo de maturação das sementes, à medida que estas passam do estado metabolicamente ativo (fase de desenvolvimento) para o estado inativo após a maturidade (dessecação), retornando à atividade metabólica durante a germinação (CASTRO, 2004).

## **5 CONDICIONAMENTO MÁTRICO (Matricondicionamento)**

Em meados de 1970 foi desenvolvida a técnica do condicionamento osmótico, a qual envolve a hidratação de sementes em soluções de baixo potencial hídrico de solutos orgânicos e inorgânicos, por determinados períodos de tempo (HEYDECKER; HIGGNS; GULLIVER, 1973; HEYDECKER; HIGGNS; TURNER, 1975), ou em meio sólido, o condicionamento mátrico (KHAN e PATASZNIK, 1992).

O condicionamento mátrico busca simular a absorção de água em ambiente natural, como ocorre no solo ou em substratos artificiais usados na produção de plantas. O objetivo deste método é a hidratação lenta até atingir o teor de água desejado das sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

Ainda de acordo com Marcos-Filho (2015) os materiais destinados ao condicionamento mátrico devem relacionar características tais como: baixo potencial mátrico e potencial osmótico negligível, alta capacidade de retenção hídrica, insolúvel em água e estabilidade física durante o condicionamento, quimicamente inerte, e que não apresente toxicidade para a semente, ampla superfície de exposição, facilidade no manejo e separação ou remoção das sementes após o tratamento.

Dentre os materiais que apresentam estas características podem-se citar a vermiculita, a areia e outros produtos, como silicato de cálcio sintético e celite (KHAN e PATASZNIK, 1992; ; MARCOS-FILHO, 2005; MARCOS-FILHO, 2015).

A técnica apresentada por Bewley e Black (1978), e aceita pela comunidade científica para o condicionamento mátrico, visa a melhoria do desempenho das sementes, em três etapas principais que ocorrem durante a germinação: embebição (Fase I), processo bioquímico preparatório (Fase II) e emergência propriamente dita (Fase III). Este autor afirma que, dentro de um mesmo lote, pode haver sementes em fases distintas de desenvolvimento, e a embebição promoveria uma homogeneização em que, ao final do condicionamento, as sementes estariam na fase III, ou seja, com protusão da radícula primária.

O conhecimento do comportamento da curva de embebição pelas sementes, e de suas fases, é importante para elucidar o processo de germinação, e na determinação da duração de tratamentos de sementes osmocondicionadas, pré-embebidas ou com reguladores vegetais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; ALBUQUERQUE et al., 2000; FERREIRA et al., 2006).

A Fase I caracteriza-se pela rápida transferência de água do substrato para a semente, graças a diferenças acentuadas entre os potenciais hídricos, a qual ocorre durante oito a dezesseis horas. Nessa fase surgem os primeiros sinais de reativação do metabolismo, com a intensificação da atividade respiratória e liberação de energia para a respiração, ativação de enzimas e síntese de proteínas a partir do mRNA armazenado ao final da maturação, necessários para a retomada do eixo embrionário (REGO et al., 2011; MARCOS-FILHO, 2015).

Ao atingir aproximadamente 50% de água, ocorre síntese de DNA, RNA e proteínas. Essa primeira atividade de embebição está associada ao reparo de danos, do DNA, por exemplo, durante a secagem e o período de armazenamento das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Bewley et al. (2013), os transcritos (mRNA) residuais ainda estão presentes na semente seca, mas a maior parte é degradada. Ao retomar a hidratação, ocorre a transcrição de genes relacionados à germinação e sua tradução em proteínas, dando suporte ao início das atividades metabólicas, até que sejam substituídas por um novo mRNA. O processo de germinação é dependente desse novo mRNA (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O potencial osmótico pode ser reduzido caso haja falta de água ou presença de sais na água de forma excessiva, levando a um déficit hídrico, o que pode causar limitação na absorção de água pela semente. Se houver absorção de sais em excesso, o desenvolvimento das plântulas é afetado, já que ocorrem

alterações fisiológicas e toxicidade (FLOWERS e FLOWERS, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Já a Fase II é caracterizada pelas reduções drásticas na velocidade de hidratação e da intensidade de respiração, cuja ocorrência e duração variam de acordo com a espécie. Nessa fase pode ocorrer decréscimo da absorção de água, porém, prosseguem vários eventos metabólicos, como o transporte ativo do tecido de reserva para o meristemático. Muitos genes associados à germinação são expressos, incluindo aqueles que codificam metabolismo hormonal e atividade de enzimas e proteínas. Embora receba nutrientes, o eixo embrionário ainda não sofre protusão. A Fase II é dependente do potencial hídrico do substrato, sendo que, quanto maior o potencial, maior é a duração da fase (POWELL; MATTHEWS, 1978; BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS-FILHO, 2015).

Basicamente nessa fase, ocorrem atividades relacionadas ao reparo da integridade celular, reparo de mitocôndrias e de DNA e início da respiração. Muitos genes são expressos para garantir o processo germinativo, incluindo aqueles que expressam hormônios e atividade enzimática e proteica (PESKE et al., 2012).

Na Fase III observa-se a protusão da raiz primária, exigindo maior quantidade de água, absorvida ativamente, em sementes vivas e não dormentes. Assim, o conjunto semente-plântula inicia novamente a absorção de água, caracterizando a curva de embebição. Essa fase não implica na paralisação das fases anteriores, de modo que a semente pode apresentar simultaneamente as três fases, dependendo de fatores como a permeabilidade da cobertura e composição química dos tecidos de reserva (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; BEWLEY, 2013).

Observa-se que, após a protusão da raiz primária, a quantidade de água requerida para o desenvolvimento da plântula é muito superior à absorvida nas duas fases anteriores. Esse aumento na captação de água é destinado ao crescimento de raízes e da parte aérea, resultando em alta intensidade de divisões e alongamentos celulares, síntese e histodiferenciação (MARCOS-FILHO, 2015).

## **6 MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Dois Vizinhos-PR, no

período de março de 2016 a julho de 2017. Foram utilizados dois lotes (Lt 3 e Lt 4) de sementes de chia (*S. hispanica* L.), produzidas na safra 2015/2016, por agricultores familiares da região de Vacaria, RS. Também foram testados dois lotes (Lt 1 e Lt 2) de sementes de amaranto (*Amaranthus* sp. L.), produzidas na safra 2014/2015 por agricultores familiares da região de Prado, RS.

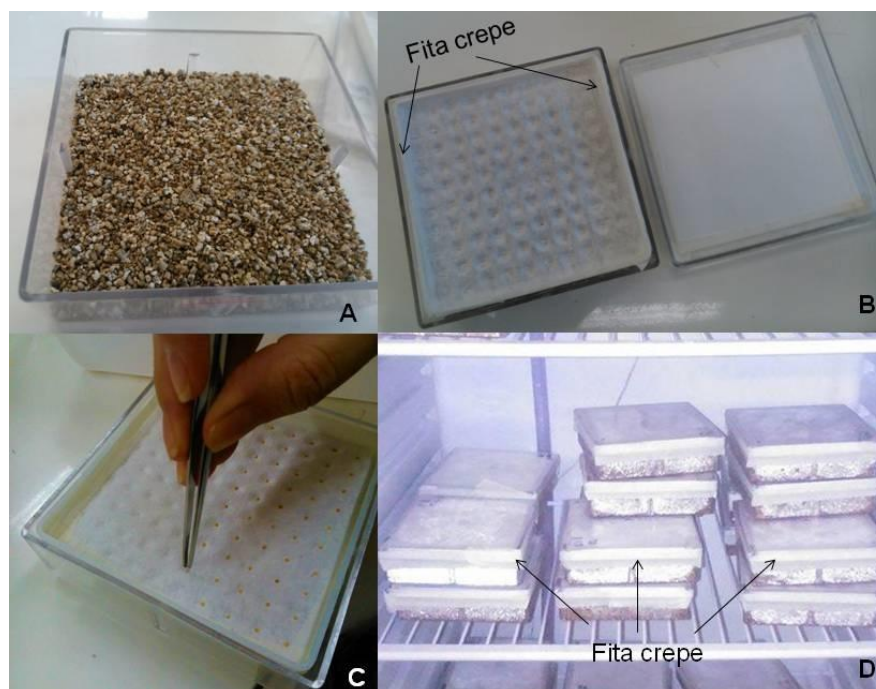
Realizou-se um teste prévio de germinação, para caracterizar os dois lotes de Chia e os dois lotes de amaranto quanto à qualidade inicial das sementes. Verificou-se que os percentuais de germinação para os Lotes 3 e 4 foram de 40% e 74%, respectivamente. Para os lotes de amaranto, tanto o Lote 1, quanto o Lote 2, o percentual de germinação foi semelhante, sendo 72% e 73%, respectivamente.

Inicialmente realizou-se um teste de retenção hídrica da vermiculita, sugerido pelas RAS (BRASIL, 2009), testando-se a capacidade de retenção em 25%, 50%, 75% e 100% de umidade. Para isto, pesou-se 5 gramas de vermiculita, sendo em seguida colocada em um suporte com papel-filtro e verteu-se sobre ela, 150 mL de água. Tal estrutura estava montada sobre um Becker de 500 mL para a coleta da água que saía. Após 30 minutos, o volume de água coletado foi medido em uma proveta graduada. A diferença entre a água vertida e a coletada, foi considerada como retida pela vermiculita. Desta maneira, por meio de regra de três, calculou-se as quantidades de água a serem vertidas na vermiculita para a obtenção dos valores de retenção necessitados de 25, 50, 75 e 100%. Em seguida, verificou-se o estabelecimento da curva de embebição, por meio de matricionamento, para verificar o teor de água na vermiculita para embeber as sementes, que apresentasse o melhor desempenho nos testes fisiológicos.

Assim, a embebição das sementes foi realizada a partir da pesagem sistemática de quatro repetições de 100 sementes as 02, 04, 08, 16 e 32 horas depois do início do processo. As sementes foram colocadas para embeber em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 55,5 g de vermiculita esterilizada e umedecida com água destilada nas respectivas capacidades de retenção. Sobre uma tela de inox coberta com uma folha de papel germitest semearam-se as sementes e após tampadas, as caixas foram lacradas com fita crepe conforme mostra a Figura 01. Em seguida, as caixas foram acondicionadas em câmara germinadora regulada à 10° C, com a finalidade de reduzir a atividade fisiológica do embrião durante o processo.



Para o acompanhamento da embebição e a expressão de seus resultados de forma gráfica, visando ser obtida uma curva, inicialmente foi realizada a determinação do teor de água das amostras de sementes de chia pelo método da estufa à  $105^{\circ}\text{C} \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ , de acordo com as RAS (BRASIL, 2009). Com as pesagens das amostras durante o processo e a determinação final da umidade pelo mesmo método descrito, foram determinados os ganhos de umidade em cada tempo de embebição. O peso inicial e o peso final de cada amostra permitiu calcular a porcentagem de embebição com o uso da seguinte fórmula:  $\%E = (Pf - Pi) / Pi \times 100$ , onde Pf, peso final das amostras; Pi, peso inicial das amostras.



**Figura 01** - Detalhe do procedimento adotado para embebição das sementes de chia (*S. hispanica* L.) e de amaranto (*Amaranthus* sp. L.). **A**: caixa gerbox com vermiculita em proporção adequada ao experimento; **B**: isolamento com fita crepe devido ao diâmetro diminuto das sementes; **C**: semeadura; **D**: caixas gerbox lacradas com fita crepe. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018. Fonte: Witkovski, 2018.

Após esta etapa, optou-se por utilizar a capacidade de 100% de retenção hídrica pela vermiculita, por apresentar uma curva de embebição com melhor padrão de estabilidade, assemelhando-se ao padrão trifásico de embebição das sementes proposto por Bewley Black (1978), citado por Marcos-Filho (2015). Desta forma, novamente as sementes foram postas para embeberem dentro da metodologia descrita, porém com a vermiculita contendo 100% da sua capacidade de retenção de umidade. Em seguida, foram realizados testes fisiológicos descritos na

sequência, com a finalidade de medir o efeito do processo da embebição sobre o desempenho das sementes.

**Germinação:** Realizado de acordo com as RAS (Brasil, 2009), com quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em caixas plásticas (gerbox), sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Após a semeadura, as caixas plásticas (gerbox) foram mantidas na temperatura 25 °C por 14 dias (POSSENTI et al., 2016). Concomitantemente, avaliou-se a primeira contagem da germinação aos 7 dias após a instalação do teste. Os resultados segundo os critérios das RAS, foram expressos em percentagem de plântulas normais.

**Comprimento de plântulas (CP):** Conduzido de acordo com os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983) com quatro repetições de 25 sementes em substrato rolo de papel (RP). Após semeados, os RP permaneceram em câmara de germinação por 14 dias, à temperatura de, 25 °C, quando então, foram avaliados, o comprimento total plântulas normais germinadas em cada repetição, com o auxílio de papel milimetrado. Obteve-se o comprimento médio das plântulas somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em mm.plântula<sup>-1</sup>.

**Massa seca das plântulas (MS):** Determinada, conjuntamente com o teste de CP. Após as medições dos comprimentos, retiraram-se os cotilédones das plântulas e as repetições acondicionadas em sacos de papel kraft, foram levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (Nakagawa, 1999). Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,001g. Os resultados foram expressos em mg.plântula<sup>-1</sup>.

**Índice de velocidade de emergência (IVE):** Teste conduzido em câmara de germinação, adaptando-se a metodologia proposta por Nakagawa (1999). Usaram-se bandejas plásticas com dimensões de 23,0 x 23,0 x 35,0 cm contendo solo peneirado em peneira de fios de arame trançado com crivo de 4,0 mm. Foram semeadas quatro repetições de 100 sementes de cada tratamento em uma profundidade uniforme de 2,0 cm e cobertas com uma fina camada de solo. As contagens das sementes emergidas foram efetuadas diariamente, sempre no mesmo horário. O critério de emergência foi a completa emissão dos cotilédones acima do solo. O índice de velocidade de emergência foi calculado empregando-se a

fórmula de Maguire (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots = En/Nn$  Onde: IVE= índice de velocidade de emergência. E1, E2, En= número de plântulas emergidas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e à última contagem.

**Emergência acumulada (AAc)** – Também avaliada em conjunto com o teste de emergência, por meio da contagem diária das plântulas emergidas, calculando-se a percentagem cumulativa. Os resultados foram expressos por meio de curvas ajustadas à um modelo matemático que apresentou maior representatividade.

**Tempo médio de emergência (TME)** – Calculado utilizando-se os dados da variável IVE, por meio da fórmula proposta por Silva e Nakagawa (1995), onde:  $TME = (\sum n_i t_i) / \sum n_i$ ;  $n_i$ = número de sementes emergidas por dia;  $t_i$  = dia em que a semente emergiu. Os resultados foram expressos em número de dias.

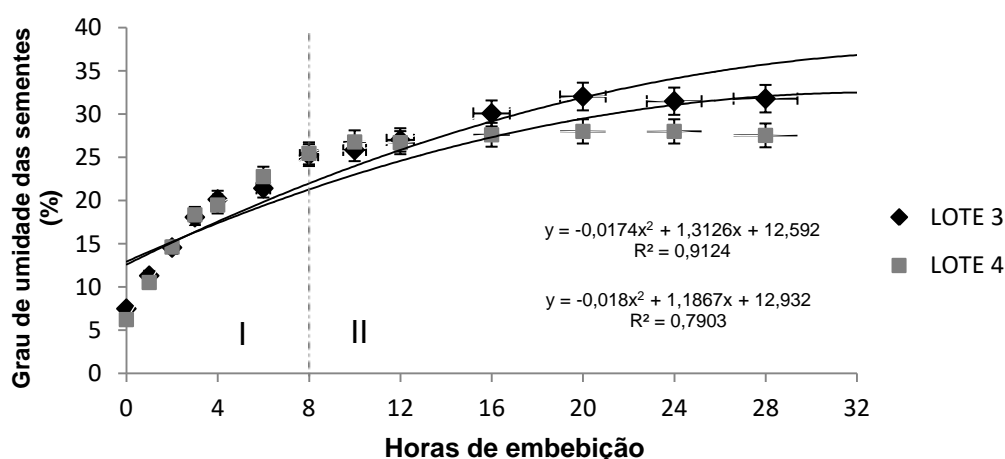
**Condutividade elétrica pelo método massal (CE)** – Determinada de acordo com metodologia proposta pela AOSA (1983). De cada amostra de trabalho, foram retiradas duas subamostras de 400 sementes, previamente pesadas em balança com precisão de 0,0001g, imersas em um recipiente com 75 mL de água destilada e mantidas em câmara BOD a 25°C durante 24 horas. Após esse período, foi realizada a leitura do meio aquoso, através de um condutivímetro digital de bancada, Modelo CG 2000, com precisão de  $\pm 1\%$ . Os resultados calculados foram expressos em  $\mu S/cm/g$  (micro siemens/centímetro/grama de semente).

Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 (dois lotes x seis períodos de embebição) para cada espécie estudada, com quatro repetições. Após a compilação, o conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade de Lilliefors, para verificar a homogeneidade das variâncias. Após cumpridos os pressupostos do modelo, foi realizada a análise da variância para verificar o efeito dos fatores testados e as suas interações, mediante o teste F. Em caso de efeito positivo foi realizado o teste de médias, por Tukey, a 5% de probabilidade.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 *Salvia hispanica* L.

Na Figura 02 observa-se a curva da evolução do processo de embebição das sementes de chia. Percebeu-se que, as primeiras manifestações do processo de embebição das sementes, para os dois lotes, ocorreram logo após duas horas do contato das sementes com o ambiente, caracterizado pelo aumento da massa (g). No Lote 3 a massa era de 0,1160 g e o grau de umidade inicial de 7,5%, e após 2 horas a massa passou para 0,1300 g e o grau de umidade para 13,5%. No Lote 4 a massa inicial era de 0,1170 g e o grau de umidade inicial de 6,4% e, após duas horas de embebição a massa atingiu 0,1240 g e o grau de umidade a 10,5%. Deste modo, ambos os lotes apresentaram comportamento inicial semelhante com relação à velocidade de absorção de água durante o processo de embebição das sementes. Portanto, foi possível observar a caracterização da fase I da curva de embebição nos dois lotes.



**Figura 02** - Curva de embebição de sementes de chia (*S. hispanica* L.) matricionadas em função de seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Diferentes resultados foram encontrados por Guimarães et al. (2011), em que a velocidade de embebição ocorreu lentamente, em média 36 horas, em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*), família Fabaceae, na fase I.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), esta fase possui duração de uma a duas horas, contudo, nas sementes de chia, esta primeira fase durou em média 8 horas para os dois lotes testados. A velocidade de absorção e a quantidade de água embebida variam com a natureza e composição do tegumento (COLL et al., 2001), bem como da sua pureza (TAIZ e ZEIGER, 2013), o que explicaria a lenta

absorção de água em sementes de *P. dubium*, uma vez que apresentam dormência tegumentar (GUIMARÃES et al., 2011).

A fase II ficou evidente a partir de oito horas de embebição para o Lote 4; enquanto que para o Lote 3 esta fase teve início com 16 horas de embebição. Nesta fase, ocorre redução na velocidade de absorção de água e da intensidade respiratória (MARCOS-FILHO, 2015), e a curva tende a estabilizar. Ainda de acordo com este autor, na fase II ocorrem eventos característicos, como reparo do DNA, nova síntese de enzimas, reparo e multiplicação de mitocôndrias, mobilização e assimilação de reservas, síntese e duplicação de DNA e alongamento das células da radícula. A explicação para a diferença entre os lotes, pode ser observado no teste de germinação prévio, em que o Lote 3 apresentou baixo percentual de germinação (40%), o que lhe confere eventos metabólicos mais lentos e, conseqüentemente, baixo vigor.

Não foi observada significância na interação dos fatores para a variável PCG, porém, apresentou significância para o fator lote, de forma isolada para todas as variáveis PG, IVE e VE. Observou-se interação dos fatores para as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência (Tabela 01).

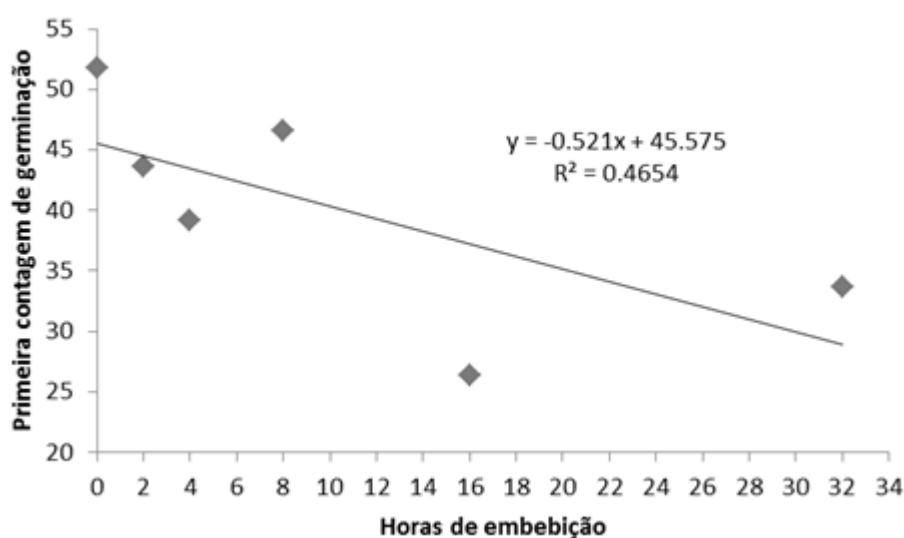
**Tabela 01** - Análise de variância e quadrado médio da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência de sementes (VE) de Chia (*S. hispanica* L.) provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

<b>Causas de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>PCG</b>	<b>PG</b>	<b>IVE</b>	<b>VE</b>
Lotes	1	19,2836501**	6420,6353205**	13,1539925**	0,5248506**
Horas	5	0,0114037 <sup>ns</sup>	31,3679772 <sup>ns</sup>	1,1501286**	0,1548595**
Lot X Hor	5	0,0154510 <sup>ns</sup>	157,4775279**	0,1075521**	0,0071102*
Resíduo	36	0,0129924	17,704078	0,0181066	0,0023258
<b>CV</b>		<b>3,06</b>	<b>7,88</b>	<b>4,89</b>	<b>3,01</b>

<sup>ns</sup> não significativo, \*\* significativo ( $\alpha=0,01$ ), \* significativo ( $\alpha=0,05$ ).

Em relação à variável primeira contagem de germinação, as sementes de chia não sofreram influência dos períodos de embebição, apresentando a média de 40,5% de sementes germinadas na primeira contagem, independente do período de embebição (Figura 03).

A avaliação de primeira contagem de germinação baseia-se no princípio de que as amostras que apresentam porcentagens mais elevadas de plântulas normais durante a primeira contagem, estabelecidas pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para cada cultura, serão as mais vigorosas correlacionando-se com o índice de velocidade de emergência. Contudo, pode haver uma resposta melhor do que o IVE reforçando assim, a afirmação de que esta avaliação é de grande interesse para testar o vigor das sementes, levando em consideração sua praticidade e tempo de execução (MARTINS et al., 2014).

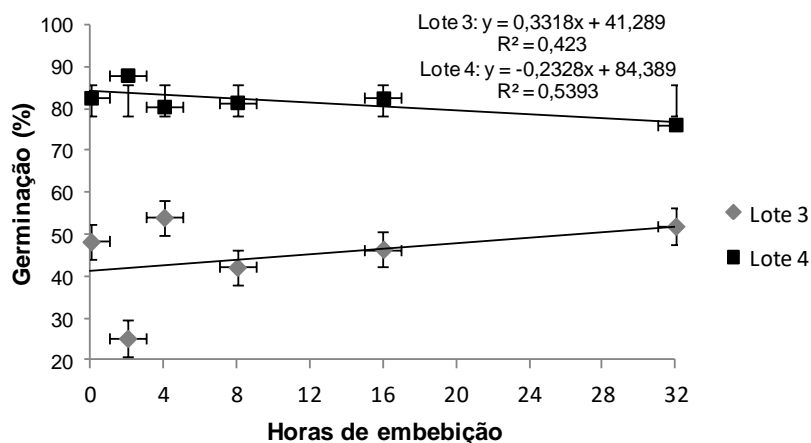


**Figura 03** - Primeira contagem de germinação de sementes de chia (*S. hispanica* L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Para a germinação, resultados superiores foram encontrados no Lote 04 em todos os períodos de embebição (Figura 04), porém, o comportamento germinativo em cada lote foi distinto quando submetidos aos tempos de embebição. No Lote 04 a embebição das sementes de chia por 2 horas apresentou a maior média, mas diferiu apenas da embebição por 32 horas. Já para o Lote 03 os resultados foram inversos, onde o período de 2 horas de embebição apresentou média inferior aos demais. É possível que a mobilização de reservas, para o Lote 4 tenha sido mais eficiente, do que para o Lote 3, o que explicaria a inversão entre os dois lotes. Com quatro horas de embebição, o Lote 3 apresentou um percentual de germinação próximo a 55%, mostrando efeito positivo em relação ao controle (Figura 04).

A germinação representa uma manifestação fisiológica essencial das sementes para assegurar a multiplicação de plantas e o sucesso da produção agrícola. Sofre influência de fatores como a água e a temperatura, garantindo que a embebição, a ativação de enzimas, mobilização de reservas e o crescimento da plântula ocorram dentro da normalidade (KIKUCHI et al., 2006). Possivelmente, alguns destes fatores tenham sido prejudicados durante o processo de embebição, o que explicaria o baixo percentual de germinação para o Lote 3, quando matricondicionadas por duas horas (Figura 04).

Sendo o vigor um somatório de atributos de qualidade que conferem potencial para a semente germinar, não se pode afirmar que a germinação expressará o potencial fisiológico de um lote, uma vez que alterações fisiológicas e bioquímicas, causas adversas do ambiente, podem interferir na germinação, resultando em baixo percentual de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 2001).



**Figura 04** - Efeitos da embebição na porcentagem de germinação de dois lotes de chia (*S. hispanica* L.). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

O comprimento de parte aérea e sistema radicular não apresentaram interação entre os fatores. Observou-se interação entre os fatores para a variável massa seca, enquanto que não houve significância para condutividade elétrica (Lote 3: 1,92  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  e Lote 4: 1,85  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) (Tabela 02).

Os resultados não expressivos encontrados para a baixa condutividade elétrica demonstram que as sementes de chia podem apresentar membranas íntegras, indicando alto potencial fisiológico (VIEIRA et al., 2002). Em sementes de soja (VIEIRA et al., 2001; FESSEL, 2010) e ervilha (PANOBIANCO; VIEIRA, 2007), o teste de condutividade não foi apropriado para avaliar o vigor, quando estas

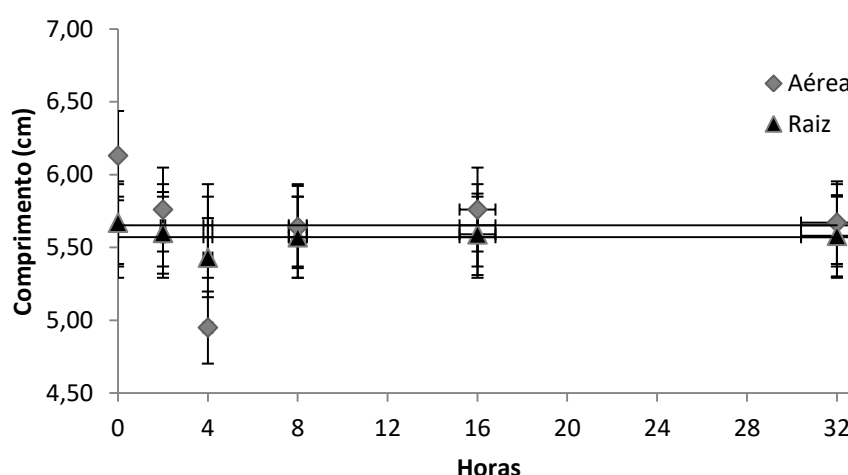
sementes foram armazenadas a 10°C, uma vez que, para estes autores, a deterioração das sementes a esta temperatura pode não estar relacionada à perda da integridade das sementes, ou ainda, pode ocorrer uma reorganização das membranas, reduzindo a quantidade de lixiviados na solução.

**Tabela 02** - Análise de variância e quadrado médio da massa seca de plântulas, comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz de sementes (CPR) e condutividade elétrica (CE) de Chia (*Salvia hispanica* L.) provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Causas de variação	G.L.	Massa seca	CPA	CPR	CE
Lotes	1	0,0071745**	0,0147270 <sup>ns</sup>	0,0008243 <sup>ns</sup>	0,0049004 <sup>ns</sup>
Horas	5	0,0030425**	1,1933488 <sup>ns</sup>	0,0521470 <sup>ns</sup>	---
Lot X Hor	5	0,0010471**	0,2429445 <sup>ns</sup>	0,0110465 <sup>ns</sup>	---
Resíduo	36	0,0001726	0,5529159	0,0235552	0,0025998
<b>CV</b>		<b>1,22</b>	<b>13,16</b>	<b>5,96</b>	<b>3,16</b>

<sup>ns</sup> não significativo, \*\* significativo ( $\alpha=0,01$ ), \* significativo ( $\alpha=0,05$ ).

Os períodos de embebição não propiciaram mudanças significativas no comprimento de raízes ou da parte aérea de plântulas de Chia (Figura 05). Observou-se que em ambos os lotes, o comprimento da parte aérea e do sistema radicular não diferiram estatisticamente, apresentando uniformidade no desenvolvimento.



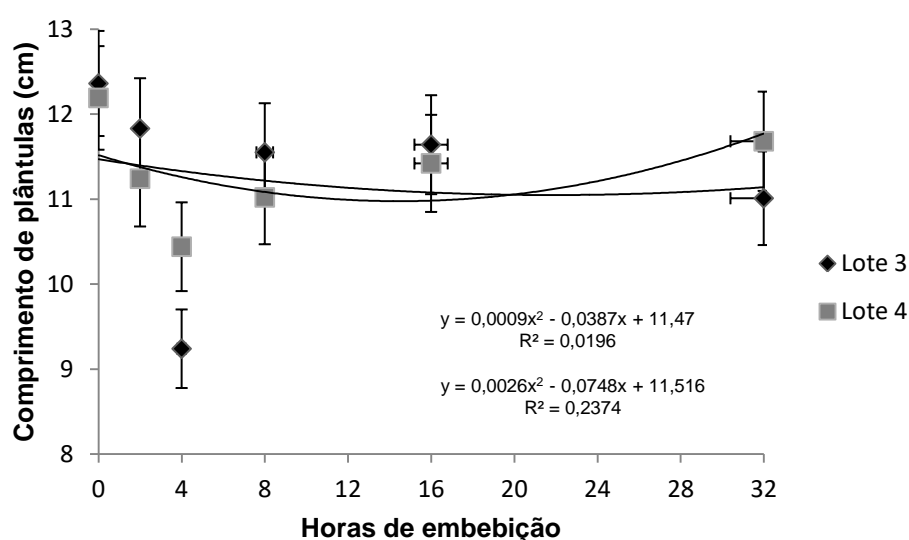
**Figura 05** - Comprimento da parte aérea e sistema radicular de plântulas de Chia (*S. hispanica* L.) em função da embebição por até 32 horas. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.



Os resultados do presente estudo diferem dos encontrados por Guimarães et al. (2013), em que sementes de melancia pré-embebidas (0, 12, 24, 48 e 72 horas) produziram maior CPA, CPR e CTP. Da mesma forma, Ferraz et al. (2017) constataram aumento relativo no comprimento médio da parte aérea em sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em solução de silício, por 24 horas, na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>.

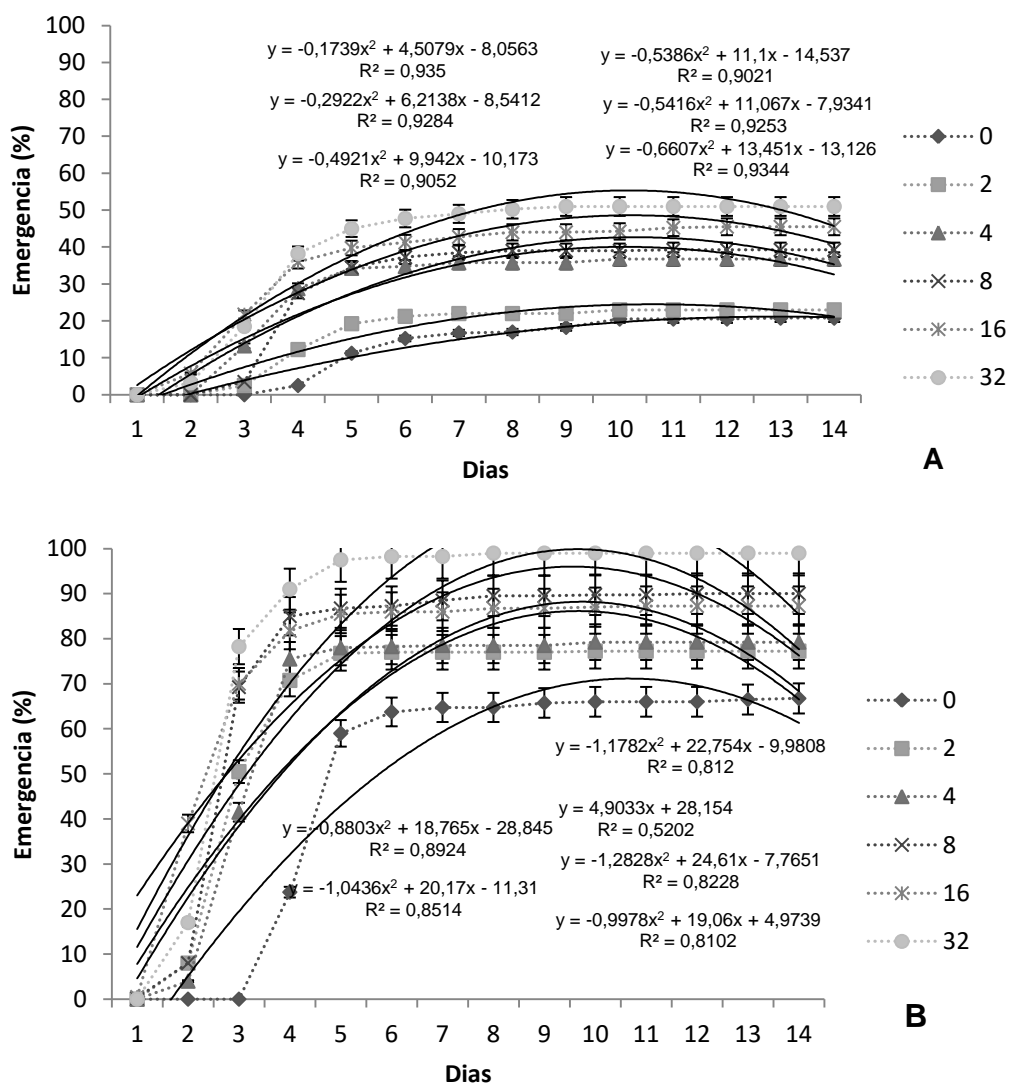
Os períodos de embebição não exerceram efeito positivo no comprimento total de plântulas, visto que as sementes não matricionadas apresentaram o maior comprimento em comparação com as sementes que receberam tratamento, porém, sem apresentar diferença. Para ambos os lotes, a menor eficiência foi registrada com quatro horas de matricionamento (Figura 06).

Resultados discordantes foram encontrados em sementes de cebola, em que o hidrocondicionamento favoreceu o comprimento total de plântulas e da parte aérea quando comparado às sementes sem hidrocondicionamento (HÖLBIG et al., 2011). Nunes et al. (2009) constataram que o aumento da concentração de cloreto de potássio (KCl) afetou negativamente o comprimento total de plântulas de *Crotalaria juncea* e Rabbani et al. (2013), com sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), obtiveram a maior média encontrada para comprimento de plântulas (11,7 cm) para o lote sem armazenamento das sementes embebidas por 24h. O crescimento das plântulas depende do potencial fisiológico das sementes, condições de ambiente e do histórico dos lotes (MARCOS-FILHO, 2015).



**Figura 06** - Comprimento de plântulas de chia (*S. hispanica* L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Observou-se que há diferença entre os lotes de sementes de Chia (Figura 07 A e B) para a variável emergência acumulada, mas em ambos ocorre a estabilidade de germinação aos 5 dias após semeadura. Da mesma forma, nos dois lotes a embebição por 32 horas beneficiou a porcentagem de emergência, enquanto sementes não condicionadas apresentaram o menor desempenho.



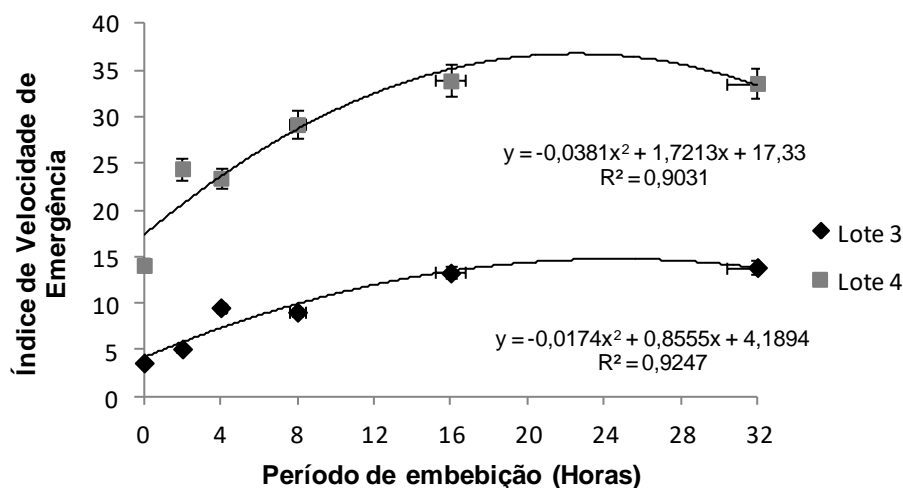
**Figura 07** - Emergência acumulada de sementes de chia (*S. hispanica* L.) provenientes do Lote 3 (A) e Lote 4 (B) submetidas a seis tempos sob matricondicionamento. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Estes resultados devem-se, possivelmente, pela maior quantidade de água que penetra pela região mais próxima ao hilo e à micrópila, conforme aumenta o período de embebição. Segundo MacDonald et al. (1988), estas regiões são consideradas áreas importantes de entrada de água nas sementes. Em sementes de feijão, quando embebidas por 24 h, a micrópila é responsável por um aumento de 20% no fluxo de água (MARCOS-FILHO, 2015).

Os resultados do presente estudo diferem de Armondos et al. (2016), que investigaram sementes de repolho, os quais verificaram que não houve efeito do condicionamento osmótico em três dos quatro lotes testados, quando estas foram submetidas ao osmocondicionamento em PEG 6000 a -1,0 MPa por seis dias, em relação à testemunha.

Assim como para porcentagem de germinação, o índice de velocidade de emergência (Figura 08) foi superior no Lote 04 em todos os períodos de embebição. A superioridade do Lote 4 em relação ao Lote 3, deve-se a baixa qualidade deste último, já demonstrado no levantamento prévio da qualidade entre os lotes estudados. Analisando as médias de IVE observou-se que no Lote 03, a embebição por 16 ou 32 horas apresentou resultados superiores aos demais, ocorrendo o mesmo no Lote 04, também a partir de 8 horas de embebição.

Estudando sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), Rocha et al. (2017), obtiveram maior índice de velocidade de emergência, em pelo menos três dos quatro lotes, quando estas foram matricionadas após três meses de armazenamento, mas não diferindo da testemunha.



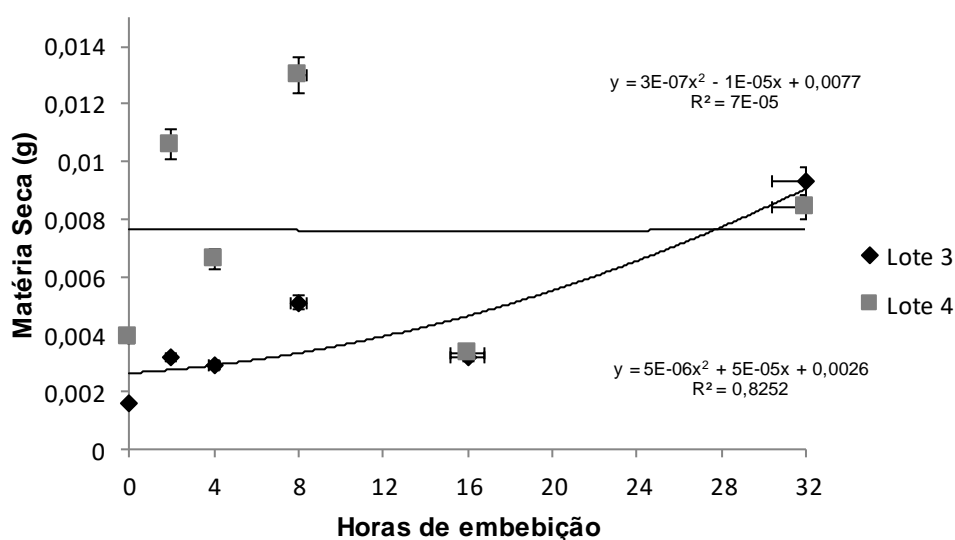
**Figura 08** - Índice de velocidade de emergência de sementes de chia (*S. hispanica* L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rabbani et al. (2013), os quais observaram maiores índices de velocidade de emergência em sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), ao serem embebidas por 24 horas, oriundas de três meses de armazenamento. A testemunha de sementes de milho também

apresentou índice de velocidade de emergência inferior em comparação com as sementes matricionadas (ANDREOLI e ANDRADE, 2003).

Durante a fase de plântula e início do desenvolvimento da planta, o vigor parece ter efeito considerável no impulso ao crescimento. Contudo, a persistência deste efeito inicial é menos evidente durante as fases seguintes de desenvolvimento, reduzindo gradativamente, até se tornar inexpressiva, a partir do início da fase reprodutiva (TEKRONY; EGLI, 1991).

Para a massa seca (Figura 09) o Lote 04, assim como para as variáveis emergência acumulada, porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação, apresentaram os maiores valores de germinação, sendo similares ao Lote 03 apenas quando submetidos à embebição por 16 ou 32 horas. Dentro do Lote 03, os períodos de 8 e 32 horas de embebição apresentaram os melhores resultados para esta variável, enquanto que no Lote 04 a média superior foi encontrada quando as sementes provenientes deste lote foram embebidas por 8 horas, seguidos de sementes embebidas por 2 e 32 horas.



**Figura 09** - Massa seca de plântulas de chia de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

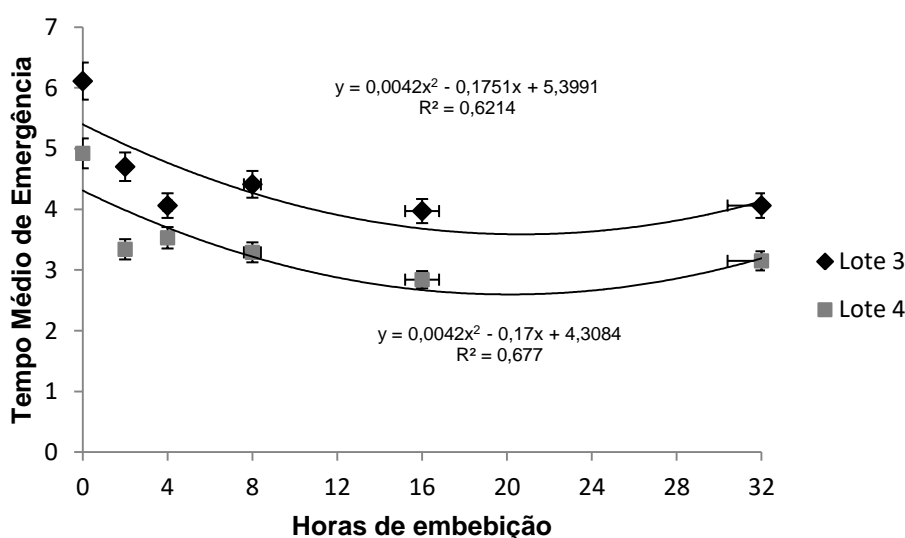
Diferentemente do presente estudo, Rabbani et al. (2013) não encontraram diferença para a massa seca de plântulas. Para sementes do Lote 3, pode-se inferir que o matricionamento por 32 horas contribuiu para o aumento da massa seca, quando comparados aos demais períodos de embebição. Sementes sem matricionamento apresentaram, neste lote, a menor taxa de massa seca.

Segundo Nery et al. (2005), plântulas com menor teor de matéria seca apresentam-se menos vigorosas e, portanto, são menos tolerantes às condições adversas do campo.

Tanto a massa seca quanto o comprimento das plântulas estão relacionadas à velocidade de germinação. Lotes com sementes mais vigorosas originarão plantas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de biomassa. As sementes com maior capacidade de adaptação usam suas reservas dos tecidos armazenadas para a diferenciação dos tecidos, promovendo conseqüentemente, o crescimento e desenvolvimento do embrião (DAN et al., 1987).

Para o tempo médio de emergência, observou-se que ambos os lotes apresentaram comportamento semelhante, em que sementes não matricionadas, emergiram antes daquelas matricionadas (Figura 10).

De acordo com os resultados, o matricionamento influencia negativamente a velocidade de germinação, discordando dos achados de Hölbig et al. (2011), que constataram efeito benéfico do hidrocondicionamento com resultados superiores aos das sementes não hidrocondicionadas, em sementes de cebola, independentemente de recobrimento, conforme metodologia dos autores. Em sementes de soja, verificou-se que, quando as plântulas emergiram rapidamente, não houve efeito do vigor sobre a uniformidade, entretanto, à medida que o período necessário de 50% das plântulas aumentou, ocorreu um decréscimo na uniformidade (MARCOS-FILHO, 2015).

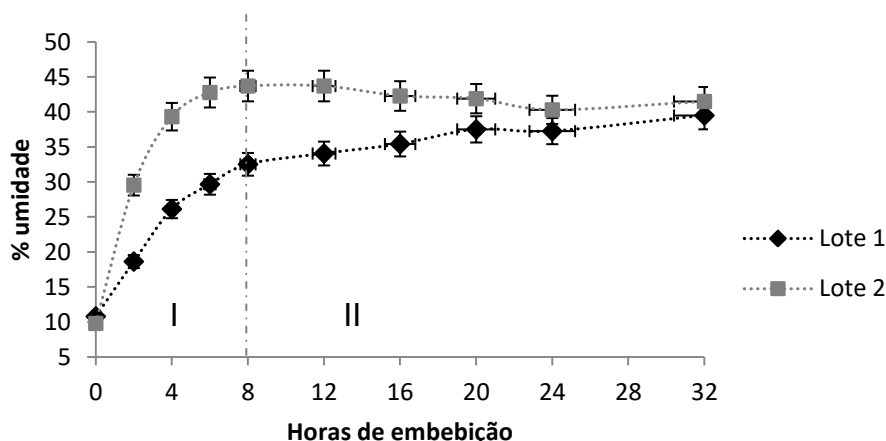


**Figura 10** - Tempo médio de emergência de chia (*S. hispanica* L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

## 7.2 *Amaranthus* sp. L.

A Figura 11 ilustra a curva de embebição dos Lote 1 e Lote 2, de sementes de *Amaranthus* sp. submetidas ao matricondicionamento sobre matriz sólida conforme descrito na metodologia. Observou-se um padrão bifásico (Fase I e Fase II), já que ao iniciar a Fase III, após 32 horas, a avaliação foi suspensa, uma vez que se iniciou a protusão da radícula. De acordo com Marcos-Filho (2015), a captação de água em quantidade considerável é imprescindível para o reinício das atividades metabólicas das sementes após a maturidade, ou seja, quanto mais rápida for esta etapa, mais cedo ocorrerá a germinação.

Neste sentido, a curva de embebição mostrou que os valores percentuais para umidade durante o processo, de ambos os lotes, variaram com o início da fase II, ocorrendo semelhança entre os lotes, ao final da referida fase.



**Figura 11** - Curva de embebição de sementes de amarantho (*Amaranthus* sp. L.) matricondicionadas em função de seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

A análise de variância mostrou que não houve interação dos fatores para a variável primeira contagem de germinação. Observou-se interação dos fatores lotes x períodos de embebição para as variáveis: germinação, velocidade de emergência e índice de velocidade de germinação (Tabela 03).

Verifica-se, na Tabela 03, que houve pouca influência do fator lotes e da interação, sobre as variáveis respostas mensuradas. Contudo, notou-se que o fator período de embebição, medido em horas, afetou as respostas para as variáveis em questão. Entretanto, como demonstrado na Tabela 04, as demais variáveis

respostas mensuradas, como MS, CTP, CPA e CSR, a ANOVA não apontou efeito dos fatores isolados ou sua interação. Pode-se notar assim, que os lotes de *Amaranthus* sp. utilizados apresentaram uniformidade para as variáveis analisadas, visto que não apresentaram diferença para o comprimento da parte aérea, do sistema radicular das plântulas e condutividade elétrica das sementes destas espécies, com exceção de VE e IVE.

**Tabela 03** - Análise de variância e quadrado médio da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Amaranthus* sp. provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. Dois Vizinhos – PR, 2018.

Causas de variação	G.L.	PCG	PG	VE	IVE
Lotes	1	105,0208333 <sup>ns</sup>	18,7500000 <sup>ns</sup>	3,5861575 <sup>**</sup>	119,8270223 <sup>**</sup>
Horas	5	675,0875000 <sup>**</sup>	133,3333333 <sup>**</sup>	2,2563480 <sup>**</sup>	191,9079350 <sup>**</sup>
Lot X Hor	5	206,5208333 <sup>ns</sup>	132,7500000 <sup>*</sup>	0,3198636 <sup>**</sup>	55,6831510 <sup>**</sup>
Resíduo	36	83,6180556	38,9027778	0,0185161	6,9133323
<b>CV</b>		<b>22,75</b>	<b>10,83</b>	<b>3,92</b>	<b>10,52</b>

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo ( $\alpha=0,01$ ), <sup>\*</sup> significativo ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabela 04** - Análise de variância e quadrado médio da massa seca de plântulas (M.S.), comprimento total de plântulas (CPT), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento da parte da raiz (CPR) e condutividade elétrica (C.E.) de sementes de *Amaranthus* sp. provenientes de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

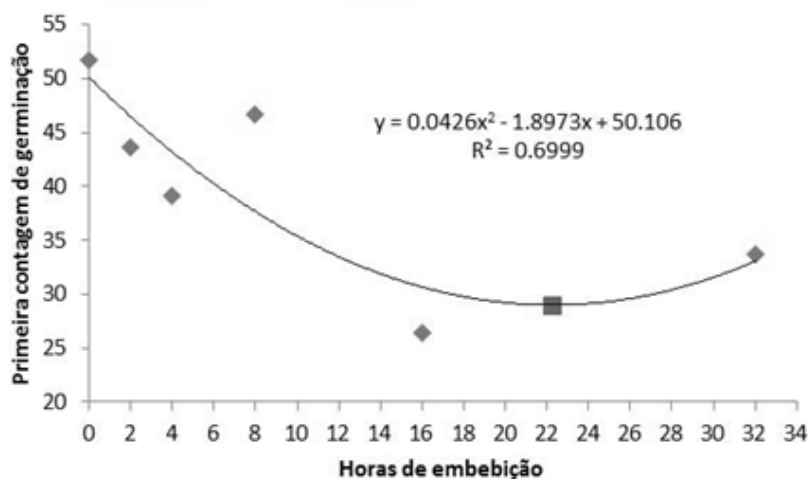
Causas de variação	G.L.	M. S.	CTP	CPA	CPR	C.E.
Lotes	1	0,0000029 <sup>ns</sup>	0,1376360 <sup>ns</sup>	0,0021452 <sup>ns</sup>	0,0162725 <sup>ns</sup>	0,0056259 <sup>ns</sup>
Horas	5	0,0000021 <sup>ns</sup>	0,3658800 <sup>ns</sup>	0,0184978 <sup>ns</sup>	0,0013843 <sup>ns</sup>	---
Lot X Hor	5	0,0000068 <sup>**</sup>	0,1198103 <sup>ns</sup>	0,0057647 <sup>ns</sup>	0,0068638 <sup>ns</sup>	---
Resíduo	36	0,0000011	0,1997275	0,0109034	0,0142147	0,0137245
<b>CV</b>		<b>10,27</b>	<b>5,07</b>	<b>4,51</b>	<b>5,13</b>	<b>6,22</b>

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo ( $\alpha=0,01$ ).

A porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem de germinação tendeu a decrescer com o decorrer dos períodos de embebição (Figura 12), indicando assim interferência negativa nesta variável indicativa de vigor. O ponto de máxima eficiência ocorreu com oito horas de embebição e o ponto de mínima eficiência no período das 22 horas. Rocha et al. (2017) submetendo sementes de cambre (*Crambe abyssinica* Hochst) ao matricionamento por oito horas e, também, à solução de PEG 600 a -0,2 MPa, verificaram haver efeito relativo da técnica sobre a primeira contagem do teste de germinação. Entretanto, ao

compararem a técnica do matricondicionamento com hidratação não monitorada, matrismocondicionamento e atmosfera úmida, verificaram que as sementes matricondicionadas apresentaram valores superiores de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação.

Analisando os dados para a variável germinação (Figura 13), foi possível observar efeitos inversos entre os lotes, e germinação desuniforme. Rocha et al. (2017) observaram que sementes de cambre (*Crambe abyssinica* Hochst) matrismocondicionadas e matricondicionadas apresentaram maior taxa de germinação, discordando dos resultados obtidos no presente estudo.



**Figura 12** - Primeira contagem de germinação de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) em função de períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

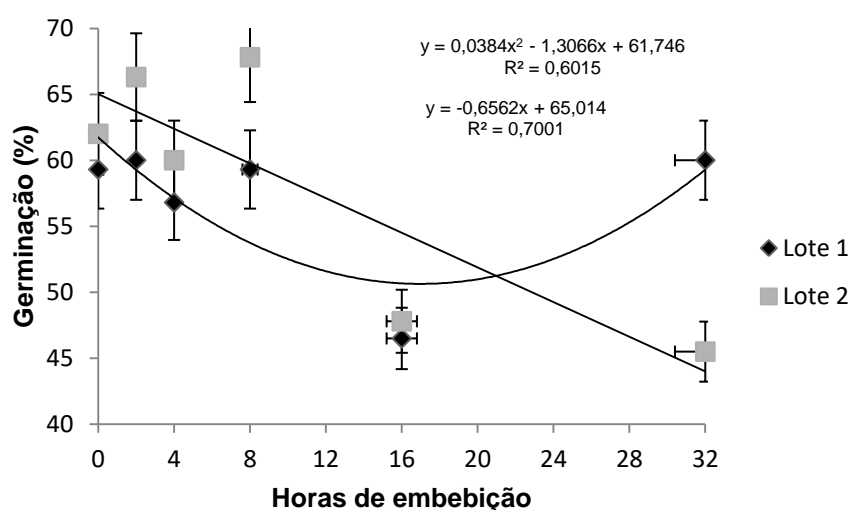
Sementes de *Brassica napus* L., hidrocondicionadas por 24 h a 25 °C após secagem em condições de laboratório, favoreceu a germinação e reduziu o tempo de germinação (BIZANJADEH; NOSRATI; EGAN, 2010). A presente investigação corrobora com KISSMANN et al. (2010), em que sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) osmocondicionadas por 24 horas no potencial de -1,0 MPa com PEG 6000, PEG 6000 + KNO<sub>3</sub> e KNO<sub>3</sub>, reduziu a porcentagem de germinação com o aumento do tempo de condicionamento. Os maiores valores foram obtidos para sementes não condicionadas (0 h), com germinação próxima a 50%.

Geralmente, segundo alguns autores, o condicionamento fisiológico não consegue promover alterações na porcentagem de germinação. Contudo, Marcos Filho e Kikuti (2008) confirmaram tal afirmação ao investigarem sementes de couve-



flor, e Gurgel Júnior (2009) com sementes de pepino, não observaram diferenças para porcentagem de germinação utilizando hidrocondicionamento em folhas de papel toalha.

Para Arif et al. (2008), o condicionamento osmótico em sementes de soja apresenta efeitos positivos na germinação e vigor das sementes, enquanto que Nunes et al. (2002) e Mohammadi (2009) sugerem que esta técnica aumenta a produtividade.



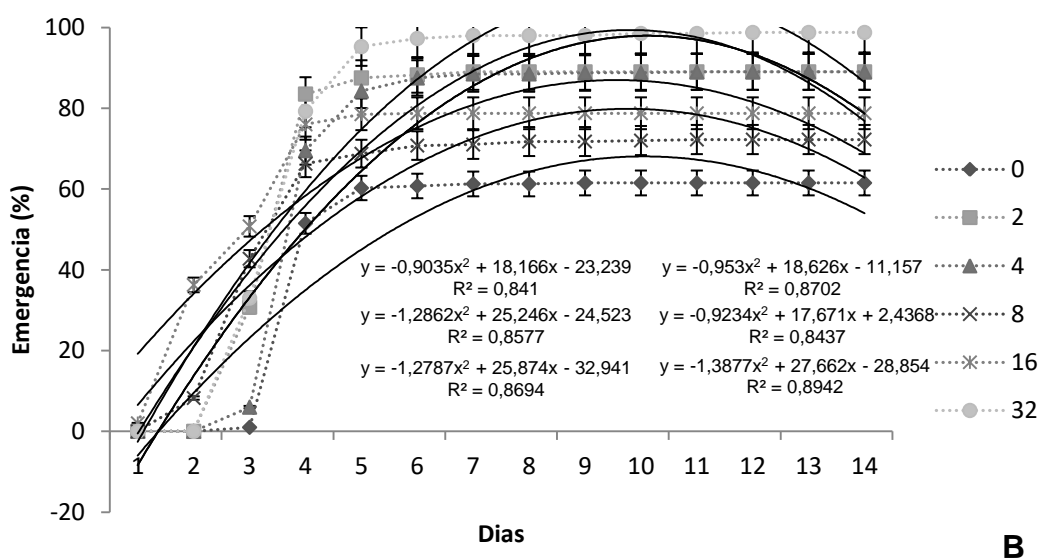
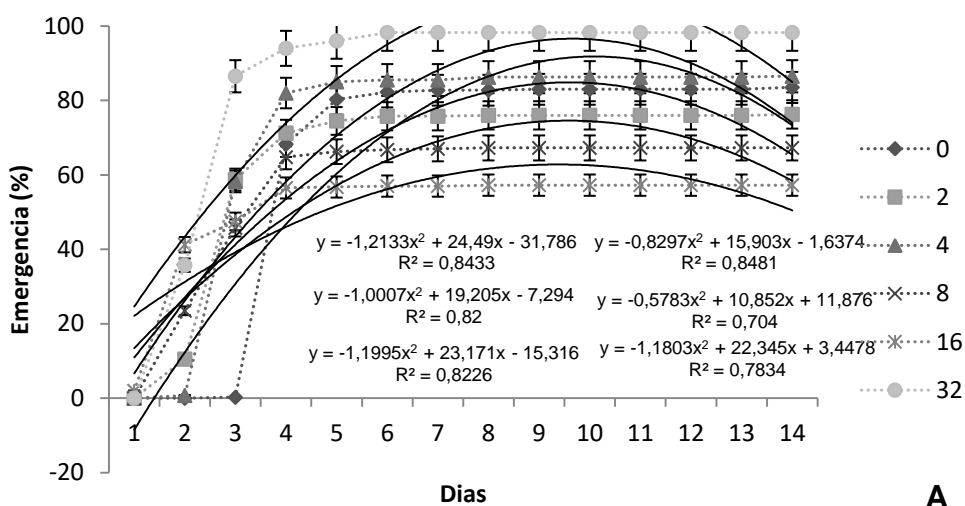
**Figura 13** - Germinação de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Os períodos de embebição não propiciaram mudanças no comprimento de raízes, da parte aérea e comprimento total de plântulas de *Amaranthus* sp. Os resultados são concordantes com os encontrados por Scalon et al. (2014), em que o comprimento da raiz não sofreu variação em função do período de embebição, em sementes de *Stryphnodendron adstringens* e *Stryphnodendron polyphyllum*.

Os dados do presente estudo corroboram com Silva et al. (2016), em que sementes de soja osmocondicionadas a -1,0 e 1,2 MPa não diferiram para comprimento total de plântulas, daquelas que não receberam tratamento pré- semeadura. Da mesma forma, Marcos-Filho e Kikuti (2008) constataram, no geral, ausência de efeito do condicionamento na altura das plantas, em sementes de couve-flor hidrocondicionadas entre folhas de papel num período de 30 a 36 horas.

Ao serem avaliados os dados da variável emergência acumulada foi possível notar que os diferentes lotes de sementes de *Amaranthus* sp., utilizados na presente

investigação, mostraram maior homogeneidade entre si. Ambos apresentaram altas taxas de germinação (Figura 14 A e B). Entretanto, a estabilidade foi alcançada primeiramente pelo Lote 1, aos 4 dias, sendo que o Lote 2 somente começou a estabilizar aos 5 dias. Notou-se, contudo, que para ambos os lotes, a embebição por 32 horas proporcionou melhores resultados de emergência, comparados aos períodos de oito e 16 horas de embebição, enquanto a testemunha apresentou, para o Lote 2, o menor desempenho.

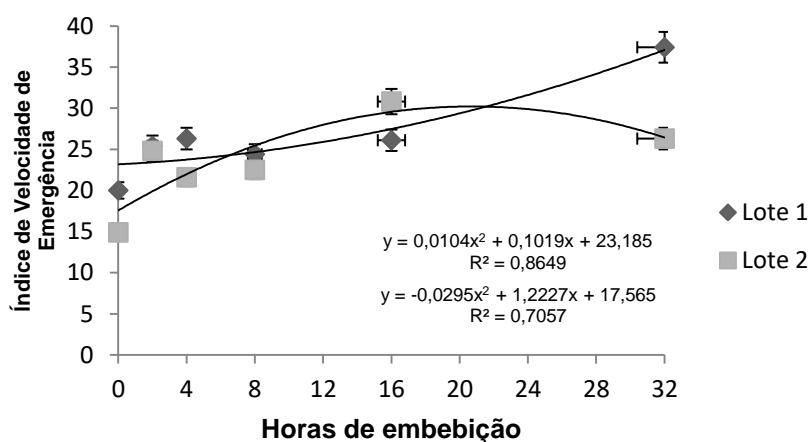


**Figura 14** - Emergência acumulada sementes de amaranço (*Amaranthus* sp. L.) provenientes do Lote 1 (A) e Lote 2 (B) submetidas a seis tempos sob matricondicionamento. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Este resultado confirma a superioridade da emergência de plântulas de *A. aculeatum* embebidas em relação às sementes da testemunha encontradas por Nazáro e Ferreira (2014). Rabbani et al. (2013) observaram que a embebição de

sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), por 24 horas, beneficiou a emergência de plântulas; e Shah et al. (2012) observaram benefícios do condicionamento osmótico por quatro horas, em soluções diluídas de fósforo, não só na emergência de plântulas mas, também, no rendimento e precocidade em sementes de *Vigna radiata*.

O matricionamento mostrou efeito positivo para a variável IVE (Figura 15), apresentando uma reta linear crescente conforme os períodos de embebição aumentaram. Estes resultados são discordantes com os encontrados por Silva et al. (2016), em que sementes de baixo vigor apresentaram maior IVE quando as sementes de soja foram condicionadas por 48 horas a -1,0 Mpa, sem, contudo, diferir dos demais tratamentos. Sementes hidrocondicionadas de tucumã-açu (*Astrocaryum aculeatum*) embebidas por 2, 4 e 6 dias, em diferentes temperaturas, independente da temperatura e do período, apresentaram maior índice de velocidade de emergência (NAZÁRIO e FERREIRA 2010).

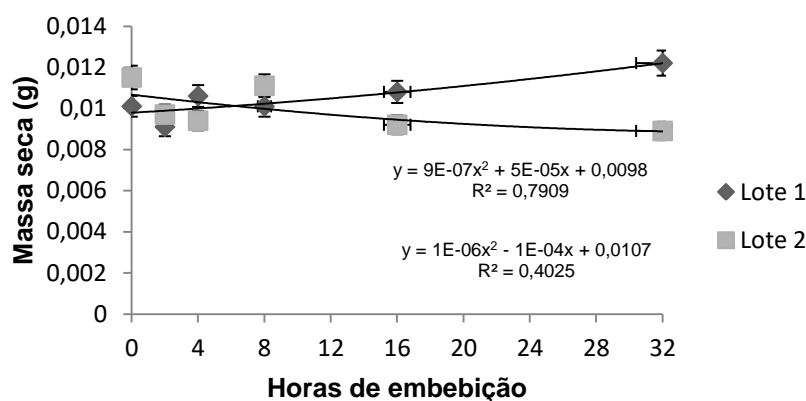


**Figura 15** - Índice de velocidade de emergência de sementes de amarantho (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

O Lote 01 tendeu a crescer para a massa seca, enquanto que o Lote 2, a decrescer. Observou-se que o maior período de embebição (32 horas) apresentou maior acúmulo de massa seca, porém não suficiente para apresentar diferença estatística. Para o Lote 2, as sementes não matricionadas apresentaram, maior acúmulo de massa seca. Estudando sementes de melancia, Guimarães et al. (2013) verificaram que os períodos de 63,21 e 134,70 horas de pré-embebição mostraram-se superiores aos demais períodos, para esta mesma variável. Sementes de S.

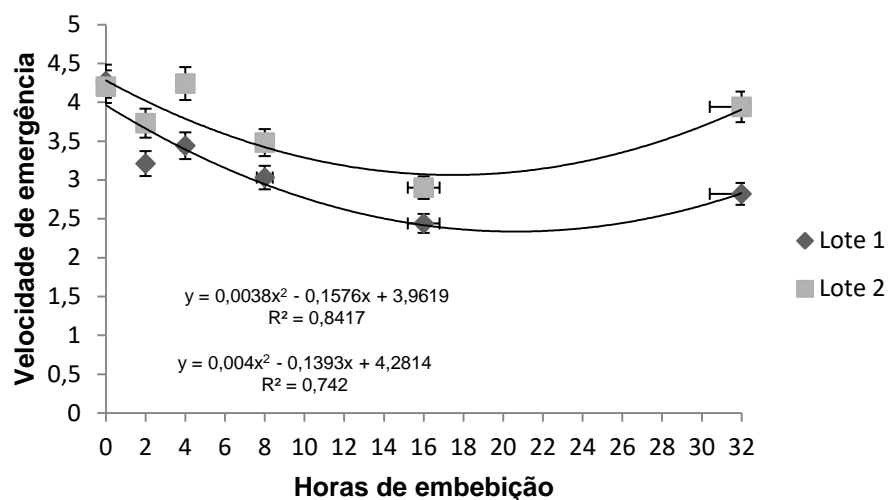
*polyphyllum* que não foram osmocondicionadas e sem pré-embebição apresentaram resultados superiores para massa seca, concordando com o verificado no presente estudo, em pelo menos um dos lotes (SCALON et al., 2014).

Da mesma forma, Rabbani et al. (2013) obtiveram a maior massa seca nas plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) provenientes de sementes não submetidas ao condicionamento, embebidas por 24 horas. A maior massa seca de plântulas de amaranto deve-se, provavelmente, aos processos metabólicos que ocorrem durante o matricionamento, os quais induzem prolongada capacidade de síntese proteica, o que favorece o balanço metabólico, gerando atributos de qualidade que irão influenciar não só na germinação, mas também no estabelecimento da plântula e acúmulo de biomassa (TRIGO et al., 1999).



**Figura 16** - Massa seca de plântulas de amaranto (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

A variável velocidade de emergência apresentou interação entre os fatores analisados. As sementes não submetidas à embebição, do Lote 1, apresentaram melhores resultados quando comparadas às sementes embebidas. Já o Lote 2, as sementes submetidas à embebição por quatro horas apresentaram resultados superiores aos demais tratamentos, seguidas pelas sementes não embebidas (Figura 17). Resultados obtidos por Mir-Mahmood et al. (2011) são discordantes do presente trabalho, uma vez que sementes de *Zea mays* L. hidrocondicionadas por 18 h apresentaram maior velocidade de emergência em campo quando comparadas àquelas condicionadas em Sulfato de Zinco ( $ZnSO_4$ ), Ortofosfato de Potássio ( $KH_2PO_4$ ) e Nitrato de Potássio ( $KNO_3$ ).



**Figura 17** - Velocidade de emergência de sementes de amarantho (*Amaranthus* sp. L.) de dois lotes submetidos a seis períodos de embebição. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2018.

Nas sementes de *A. aculeatum*, a emergência de plântulas foi superior para as sementes hidrocondicionadas (32%, em média), por 2, 4 e 6 dias e diferentes temperaturas, em relação àquelas não embebidas antes da semeadura (21%). Porém, segundo os autores, os fatores temperatura e período de embebição não promoveram efeito para a emergência, o que significa que a emergência de plântulas foi favorecida, independente da temperatura ou período de embebição (NAZÁRIO e FERREIRA, 2010).

## 8 CONCLUSÕES

As sementes de chia e de amaranto atingem a Fase II da germinação em torno de 8 horas de embebição por meio do matricondicionamento;

De forma geral, o matricondicionamento não contribuiu para a melhora do desempenho fisiológico das sementes de chia e de amaranto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, C. A.; RINNE, R. W. Moisture Content as a Controlling Factor in Seed Development and Germination. **International Review of Cytology**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 1980.
- ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, p. 206-215, 2000.
- ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, p. 275-290. 2010.
- AMAYA-FARFAN; J. MARCILIO, R.; SPEHAR, C. R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus* sp.). **Segurança Alimentar e Nutricional**. Campinas, v.12, n.1, p. 47-56, 2005.
- ANDREOLI, C.; ANDRADE, R. V. de. Efeito do matricionamento integrado com controle químico e biológico na emergência de plântulas e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 132-142, 2003.
- ANTRUJO, A. et al. Omega-3 enriched egg production: the effect of  $\alpha$ -linolenic  $\omega$ -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. **British Poultry Science**, Londres, v. 52, n. 6, p. 750-760, 2011.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.
- ARIF, M. et al. Seed priming improves emergence and yield of soybean. **Pak J Bot.** v. 40, n. 3, p.1169-1177. 2008.
- ARMONDES, K. A. P. et al. Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. **Hortic. Bras.**, v.34, n.3, p.428-434. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000300428&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000300428&script=sci_abstract&tlng=pt)> . Acesso em: 20/mai/17.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; SPEHAR, C. R. **A extrusão do amaranto no desenvolvimento de produtos: caracterização físico-química**. Rio de Jan ed. [s.l.] EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, 2004. p. 3.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DEL AMARANTO. **Importancia del amaranto**. México, 2003. Disponível em: <<http://www.amaranto.com.mx/elamaranto/importancia/importancia.htm>>. Acesso em: 27/jul/2016.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from five north western locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 1079-1081, 1995.

AYERZA, R; COATES, W. Dietary levels of chia: influence on hen weight, egg production and sensory quality, for two strains of hens. **British poultry science**, Londres, v. 43, n. 2, p. 283–290, 2002.

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

AYERZA, R; COATES, W. **Chía Redescubriendo um olvidado alimento de los aztecas**. Ed. Nuevo Extremo, Buenos Aires, 2006, 205 p.

BAYS, H.; STEIN, E. A. Pharmacotherapy for dyslipidemia: current therapies and future agents. **Expert Opin Pharmacother**. Nov; v. 4, n. 11, p. 1901-38, 2003.

BECERRA, R. E. I. **Amaranto: nuevas tecnologías para um antiguo cultivo**. CONABIO. Biodiversitas n.30, p.1-6. 2008. Disponível em: <<http://biodiversid.gob.mx>>. Acesso em: 15/jun/16.

BERGER, J. D. et al. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: 2) Anti-nutritional factor concentrations in the genus *Vicia*. **Genetic Res. Crop Evol.**, v. 50, n. 2, p.: 201-212, 2003.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. **Springer-Verlag**, New York, v.1.306 p.1978.

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

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer-Verlag, 2013. 392p.

BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Sci., Agron.**, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BIZANJADEH, E.; NOSRATI, K.; EGAN, T. Influence of seed priming techniques on germination and emergence of rape seed (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.38, n.1, p. 242-247, 2010.

BLÁCIDO, D. R. T.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. Potential of *Amaranthus cruentus* BRS Alegria in the production of flour, starch and protein concentrate: chemical, thermal and rheological characterization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 7, p. 1185-1193, 2010.



BRAGANTINI, C. Importância de Políticas Públicas: O caso das sementes no Brasil. Rev. Internacional de sementes: **Seed News**. A. XIX, n. 2, Mar/Abr. 2015. Disponível em:

<[http://www.seednews.inf.br/\\_html/site/content/reportagem\\_capa/imprimir.php?id=220](http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=220)>. Acesso em: 26/Jun/2016.

BRASIL. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.711.htm)>. Acesso em: 12/Nov/2017.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRESSANI, R. The proteins of grain amaranth. **Foods Reviews International**, v.51, p.1339, 1989.

BUENO M. et al. **Testes de qualidade de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) frutas comercializadas na cidade de Rosario** (província de Santa Fé, Argentina). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Aromáticas y Medicinales*. v. 9, n. 3, p. 221-227. 2010.

BUSILACCHI, H. et al. Evaluacion de *Salvia hispânica* L. cultivada em El sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, San José de las Lavas, v. 34, n. 4, p. 55-59, 2013.

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

CAPITANI M. I. et al. Caracterização físico-química e funcional de subprodutos de chia (*Salvia hispanica* L.) sementes da Argentina. **LWT-Food Science and Technology**. v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Germinação de sementes**. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 326p.

CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. Cultivares de algodoeiro colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011.

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

CASARIN, Valter. Produção de Alimentos – O desafio do século. **Informações agronômicas Nº 139** – Set/2012. Disponível em: [www.ipni.org.br](http://www.ipni.org.br). Acesso em: 28/Mai/2016.

CASEIRO, R. F.; MARCOS-FILHO, J. Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 23, p.887-892. 2005.

CASTRO, H. G. et al.; **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos Secundários**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2004. 113p.

COATES, W.; AYERZA, R. Production potential of chia in north western Argentina. **Industrial Crops and Products**. v. 5, p. 229-233. 1996

COLL, J. B. et al. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. 566p.

COSTA, D. M. A. **Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranto**. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2007. 124f.

COSTA, C. J.; TRZECIAK, M. B.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.2, p. 144-148 2008.

COSTA, D. M. A.; SANTOS, P. G. Uso de efluentes doméstico de lagoa de estabilização no cultivo do amaranto (*Amaranthus* spp). **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 01, p. 27-33, 2009.

COSTA, D.M.A.; LIMA, M. P. Produtividade do Amaranto (*Amaranthus* spp.) sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 683-691. 2010.

DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 2, p. 45-55, 1987.

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: Handbook of Seed Technology. State College: Mississippi: Mississippi State University, 1971. p.17-21.

DELOUCHE, J. C. Qualidade e desempenho das sementes. **Revista Seed News**, v. 4, n. 5, p. 24-28, 2005.

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

DURE III, L. S. Seed formation. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 26, p. 259-278, 1975.

EMBRAPA. Caruru-roxo, caruru (*Amaranthus hybridus* L.). Disponível em: <<http://panorama.cnpms.embrapa.br/plantas-daninhas/identificacao/folhas-largas/caruru-roxo-caruru-amaranthus-hybridus-l>>. Acesso em: 01/mai/2016.

FERRAZ, M. Amaranto, opção contra o colesterol. **Revista Ciência Hoje**, n. 236, 2007.

FERRAZ, R. L. S. et al. Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício. **Científica**, Jaboticabal, v.45, n.1, p.85-94, 2017.

FERREIRA, G. et al. Curva de absorção de água em sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. gefner. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, p. 121-124, Abril, 2006.

FESSEL, S.A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.69, n.1, p.207-214, 2010.

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, Oxford, v. 78, n. 1, p. 15-24, 2005.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**. v. 20, n. 1,2, p.37 - 38, 2010. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/images/stories/informativos/v20n12/artigo04.pdf>> Acesso em: 26/jun/2016.

GUIMARÃES, C. C. et al. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (spreng.) taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 207-215, 2011.

GUIMARAES, M. A. et al. Pré-embrição de sementes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento de plântulas de melancia. **Rev. Ceres**, v.60, n. 3, p. 442-446, 2013. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2013000300020&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2013000300020&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 26/mai/18.

GUIOTTO, E. N.; **Aplicación de subproductos de Chia (*Salvia hispanica* L.) y Girasol (*Helianthus annuus* L.) en alimentos**. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 186 f., 2014.

GUREVITCH, J. et al. **Ecologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592 p.

GURGEL JÚNIOR, F.E.; TORRES, S.B.; OLIVEIRA, F.N.; NUNES, T.A. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.163- 168, 2009.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R. L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v.246, n.5427, p.42-44, 1973.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.3, n.3/4, p.881-888, 1975.

HOLBIG, L. S. et al. Hidrocondicionamento de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**. 2011, v.33, n. 1, p.171-176. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-31222011000100019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000100019)>. Acesso em: 26/jun/17.

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

IXTAINA, V. Y. et al. Super critical Carbon Dioxide Extraction and Characterization of Argentine an Chia Seed Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 88, n. 2, p. 289-298, 2011.

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

JIN, F. et al. Supplementation of milled chia seed sincreases plasma ALA and EPA in post menopausal women. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 67, p.105-110, 2012.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p.

KABIRI, N. ; ASGARY, S. ; SETORKI, M. Lipid lowering by hydroalcoholic extracts of *Amaranthus Caudatus* L. induces regression of rabbits atherosclerotic lesions. **Lipids in Health and Disease**, 2011.

KAUFFMAN, C. S. The Status of Grain Amaranth for the 1990's. **Food Review International**, New York, v. 8, n. 1, p. 165-185, 1992.

KHAN, A. A.; PTASZNIK, W. Matriconditioning of seeds to improve stand establishment and yield. In: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: Basis and applied aspects of seed biology*. **Angers**, França. p.20-24, 1992.

KIKUCHI, K. et al. Water uptake by dry beans observed by micro-magnetic resonance imaging. **Annals of Botany**, London, v. 98, p. 545-553, 2006.

KIRINUS, P.; COPETTI, C.; OLIVEIRA, V.R. Utilização de farinha de soja (*Glycine max*) e de quinoa (*Chenopodium quinoa*) no preparo de macarrão caseiro sem glúten. **Alimentação e Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 555-561, 2010.

KISSMANN, C. et al. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de sementes**, v. 32, n. 2, p. 26-35, jun. 2010.

KOZIOL, M. J. Composición química. In: WAHLI, C. **Quinoa hacia su cultivo comercial**. Quito: Latinreco, 1990. p. 137-159.

KOOYENGA, D. K. et al. Antioxidant effects of tocotrienols in patients with hyperlipidemia and carotid stenosis. In: PORIM - International Palm Oil Congress, 1996, Malaysia. **Proceedings**...Malaysia: Nutrition Conference. 1996. p. 152-160.

KRZYZANOWSKI, F. C.; WEST, S. H.; FRANÇA NETO, J.B. O teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo Abrates**, v.11, n.2, p.185, 2001.

KRZYZANOWSKI, F. C. ; WEST, S. H. ; FRANÇA NETO, J. B. Drying soybean seed using air ambient temperature at low relative humidity. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.28, n.2, p.77-83. 2006.

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

Disponível em:

<<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176>>.

Acessado em 10/out/ 2017.

BRASIL, MAPA. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). Disponível em:

<[http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>.

Acesso em: 22/out/2017.

MARCÍLIO, R. et al. Fracionamento do grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro por moagem e suas características composicionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 511-516, 2003.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.165-169, 2008.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p. 2015.

MARTINEZ, M. L. et al. Extração do óleo de Chia (*Salvia hispanica* L.): Estudo de parâmetros de processamento. LTW – **Ciência dos Alimentos e Tecnologia**, v. 47. p. 78-82, 2012.

MARTINS, A. B. N. et al. Analysis of seed quality: a nonstop evolving activity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 49, p. 3549-3554, 2014.

MATTHEWS, S. et al. Vigour tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to estimate relative emergence in transplant modules. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.37, n.3, p.736-746, 2009.

MCDONALD JR. M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.65, p.109-139, 1975.

MENDES, L.D. **Maturação fisiológica em amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 54 p. Mestrado em Agronomia. Brasília, 2014. 54p.

MENDONÇA, S. **Efeito hipocolesterolemizante da proteína de amaranto (*Amaranthus cruentus* BRS – Alegria) em hamsters**. Mestrado em: Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, T.R.B da, VASCONCELOS, A.L.S. de; MOURÃO FILHO, W.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p. 161-179, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Revista de Política Agrícola**. A. XIX. ed. Especial – 150 anos, Brasília, DF. Jul. 2010.

MIR-MAHMOODI, T. et al. Effects of priming techniques on seed germination and seedling emergence of maize (*Zea mays* L.). **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 9, n. 2, p. 200-202, 2011.

MOHAMMADI, G. R. The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). **Journal of Agriculture and Environmental Science**, v.5, n.3, p.322-326, 2009.

MOHD, A. et al. O futuro promissor da Chia (*Salvia Hispanica* L.). **Jornal da Biomedicina e Biotecnologia**, v.1, 2012.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3. p. 423-431. 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. p. 2.24. cap. 2.1.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.211-214, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Amaranth**: modern prospects for an ancient crop. Washington: National Academy Press, p. 81. 1984.

NAZÁRO, P.; FERREIRA, S. A. N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amaz.** v.40, n.1, 2010.

NERY, M.C. **Aspectos morfofisiológicos do desenvolvimento de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Night.** 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005. 95 f.

NESARETNAM, K. et al. Effect of tocotrienols on the growth of a human breast cancer cell line in culture. **Lipids**, v. 30, n. 12, p. 1139-1143, 1995.

NUNES, A. da S. et al. ; Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p.753-757, 2009.

NUNES, U.R. et al. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.27-35, 2002.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to different storage conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.97-105, 2007.

PEREIRA, M.F.S. et al. . Qualidade fisiológica de sementes de coentro [*Coriandrum sativum* (L.)]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n. edição especial, p.518-522, 2011.

PEREIRA B. S et al. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **Demetra**, v. 8, n. 2, p. 125-136, 2013.

PÉREZ-HERNÁNDEZ, I. et al. Tolerance of four tropical tree species to heavy petroleum contamination. **Water Air and Soil Pollution**, v. 224, p. 1637. 2013.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos.** 3 ed. Pelotas: Editora Rua Pelotas, 2012. 573p.

PIEROTTI, S. M. **Amaranto – análises físico-químicas e funcionais – comparação com dados presentes na literatura.** 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013. 37 f.

POLLOCK, B. M.; ROOS, E. R. Seed and seedling vigor. In: Koslowski, T. T. (Ed.). **Seed biology.** New York: Academic Press, 1972.

POSSENTI, Jean Carlo et al. Influence of temperature and substrate on chia seeds germination. **Científica**, v. 44, n. 2, p. 235-238, 2016.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. (Ed.) **Handbook of vigor test methods.** Zürich: ISTA, p.37-42. 1978.

RABBANI A. R. C. et al., Pré – embebição em sementes de moringa. **Scientia Plena**, v.. 9, n. 5, 2013.

RAMIREZ, R.C. **Monografía de la cadena de amaranto**. Sencretaria de Desarrollo Rural Del Estado de Puebla. Mexico, 2007. Disponível em <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/cadenasAdropecuarias>. Acesso em: 25/Ago/17.

REGO, S. S. et al. Estresse Hídrico e Salino na Germinação de Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

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

ROCHA, V. P. et al. Condicionamento fisiológico de sementes armazenadas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). **Sci. Agrar. Parana.**, v. 16, n. 3, jul./set., p. 393-400, 2017.

SANTORUM, M. et al. Comparison of tests for the analysis of vigor and viability in soybean seeds and their relationship to field emergence. **Acta Sci., Agron.** . v.35, n.1, p.83-92, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-86212013000100010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212013000100010)>. Acesso em: 20/jun/17.

SAUNDERS, R. M., and BECKER, R. Amaranthus: A potential food and feed resource. Page 357 in: *Advances in Cereal Science Technology*, Vol 5. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN. 1984.

SCALON, S.P.Q. et al. Condicionamento fisiológico e níveis de sombreamento em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) e *S. adstringens* (Mart.) Coville). **Rev. Árvore**. v.38, n.1, p.145-153, 2014.

SEALY-LEWIS, H.M. The identification of mutations in *Aspergillus nidulans* that lead to increased levels of ADHII. **Curr Genet**, v.18, n. 1, p. 65-70, 1990.

SEGURA-NIETO M. et al. Characterization of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seed proteins. **J Agric Food Chem**, v. 40, n. 9, p. 1553–8. 1992.

SHAH, H. et al. Seed priming improves early seedling growth and nutrient uptake in mungbean. **Journal Plant Nutrition**, v. 35, p. 805-816, 2012. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2012.663436#.VGD3avnFH4>>. Acesso em: 27/dez/2017.

SILVA, C.B. et al. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de grama-bermuda. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2 p. 102-107. 2010.



SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 1, p. 62- 73, 1995.

SILVA, T. A. et al. Seed priming, yield components and yield of soybean. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 227-232. 2016.

SOARES, R. **Identificação de peptídeos hipocolesterolemizantes do isolado protéico do grão de amaranto** (*Amaranthus cruentus* L. BRS – Alegria). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SPADA, J. C. et al. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 374-379. 2014.

SPEHAR, C. R.; LANDERS, J. Características, limitações e potencial do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo. **Anais...Passo Fundo: Embrapa-CNPT**, 1997.. p. 127-131.

SPEHAR, C. R.; CABEZAS, W. A. R. L. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: CABEZAS, W.A.R.L.; FREITAS, P.L. (Eds.). **Plantio direto na integração lavoura pecuária**. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia. p. 179-189, 2001.

SPEHAR, C. R. et al. Amaranto BRS Alegria: Alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesq Agropec Bras**. v. 38, n. 5, p. 659- 663. 2003.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian savannah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40, n. 6, p. 609-612, 2005.

SPEHAR, C. R. **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 103p.

STEVENS, P.F. **Angiosperm Phylogeny**. 2012. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 21/ set./ 2016.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

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

TEIXEIRA, D.L.; SPEHAR, C.R.; SOUZA, L.A.C. Caracterização agrônômica de amaranto para cultivo na entressafra no Cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, v. 38, n. 1, p. 45-51, 2003.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yeild: a review. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 816-822, 1991.

TEUTONICO RA, KNORR D: Amaranth: Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. **Food Technol.** v. 39, p. 49-60. 1985.

TOADER, M.; ROMAN, G. V. Experimental Results Regarding Morphological , Biological an Yield Quality of Amaranthus Hypochondriacus L . Species Under the 27 Central Part of Romanian Plain Conditions Rezultate Experimentale Privind Caracteristicile Morfologice , **Biologice Și De Calitat.** v. 41, n. 1, p. 54–57, 2009.

TOMBINI, J. **Aproveitamento Tecnológico da Semente de Chia (*Salvia hispanica* L.) na Formulação de Barra Alimentícia.** 2013. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco. Pato Branco, 2013.

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

TUNES L. M. et al. Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. **Revista Interciencia**, v. 35, p. 369-373. 2010.

VASCONCELOS, F. A. G. de. A ciência da nutrição em trânsito: da nutrição e dietética à nutrigenômica. **Ver. Nutr.** V. 23, n. 6, Campinas, Nov/Dez. 2010.

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

VIEIRA, R.D. et al. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. **Seed Science and Technology**, v. 29, p. 599-608, 2001.

VIEIRA, R. D.; et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

VUKSAN, V. et al. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. **Diabetes Care**, v. 30, p. 2804-2810, 2007.

VUKSAN, V. et al. Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effect of wholegrain Salba (*Salvia hispanica* L.). **Europe na Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 436-438, 2010.