



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV**

**APLICAÇÃO DO TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA  
NA DIFERENCIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA  
EM SEMENTES DE QUINOA**

**Inngrid da Silva Teixeira**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Brasília-DF**  
**Dezembro/2017**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV**

**APLICAÇÃO DO TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA  
NA DIFERENCIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA  
EM SEMENTES DE QUINOA**

**Ingrid da Silva Teixeira**

**Orientador: Dr. MARCELO FAGIOLI**

**Coorientador: MSc ÉDER STOLBEN MOSCON**

Trabalho de conclusão de curso submetido à faculdade de agronomia e medicina veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**Brasília-DF**  
**Dezembro/2017**

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV

Aplicação do teste de deterioração controlada na diferenciação da qualidade fisiológica em sementes de quinoa.

Ingrid da Silva Teixeira  
Matrícula: 11/0061594

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Matrícula: 10/35649

Coorientador: MSc Éder Stolben Moscon

Trabalho final de conclusão de curso submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

---

Professor Dr. Marcelo Fagioli  
Universidade de Brasília - UnB  
Orientador

---

Professora Dra. Lurdineide de Araújo Barbosa Borges  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinadora Externa

---

Engenheira Agrônoma MSc. Doutoranda Nayara de Carvalho  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinadora Externa

## FICHA CATALOGRÁFICA

TEIXEIRA, I.S.

Aplicação do teste de deterioração controlada na diferenciação da qualidade fisiológica em sementes de quinoa. / Ingrid da Silva Teixeira; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2017.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Quinoa- Qualidade fisiológica
  2. Quinoa- Teste de vigor
  3. Deterioração controlada
- I. Fagioli. M. de II. Título

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TEIXEIRA, I.S. **Aplicação do teste de deterioração controlada na diferenciação da qualidade fisiológica em sementes de quinoa. 2017. 30f.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** Ingrid da Silva Teixeira

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Aplicação do teste de deterioração controlada na diferenciação da qualidade fisiológica em sementes de quinoa.

**Grau:** 3º **Ano:** 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Ingrid da Silva Teixeira

Matrícula: 11/0061594

Tel.: (61) 98261-1410 / E-mail: s.teixeiraingrid@gmail.com

## **DEDICATÓRIA**

A minha avó Rita (*in memoriam*), minha maior fonte de inspiração e exemplo de humildade, determinação e honestidade.

## **AGRADECIMENTOS**

À toda minha família, por acreditarem e apoiarem meus sonhos, em especial minha mãe Joana e meus padrinhos Fátima e Ernani por não medirem esforços para que alcançasse meus objetivos.

Aos meus irmãos Yuri e Yago, e aos meus primos que considero irmãos, Paulo e Fernanda.

Aos amigos que me apoiaram e sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, em especial Luis Gustavo, Jordana Coelho e Amanda Coelho. Aos colegas da UnB que me acompanharam ao longo destes anos.

Ao meu namorado Gabriel por compreender a importância dessa conquista, pelo apoio, amor e companheirismo.

Ao professor Dr. Marcelo Fagioli e coorientador Eder Stölben pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

A todos que acreditaram e auxiliaram para a conclusão desta etapa, muito obrigada!

## Sumário

<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>3.1. A quinoa</b> .....	3
<b>3.2 Qualidade fisiológica</b> .....	5
<b>3.3 Testes de vigor</b> .....	6
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
<b>4.1. Local de condução do trabalho</b> .....	7
<b>4.2. Descrição dos lotes</b> .....	7
<b>4.3. Avaliações da qualidade das sementes</b> .....	8
<b>4.4 Delineamento e análise estatística</b> .....	10
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	11
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	17
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	18

## RESUMO

TEIXEIRA, I.S. **Teste de deterioração controlada na diferenciação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de quinoa.** 2017. 30f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

É indispensável que um teste de vigor forneça de forma rápida e segura os resultados da análise das sementes. Desta maneira, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de quinoa e determinar a melhor combinação de temperatura, período de exposição e teor de água na realização deste teste. Foram utilizados sete lotes de sementes de quinoa, cultivar BRS Syetetuba. O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Micologia, pertencente ao departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água (TA), à porcentagem de germinação (TPG), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e à deterioração controlada (DC). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Pelos resultados obtidos foi possível concluir que a deterioração controlada mostrou-se eficiente em identificar o vigor dos diferentes lotes de sementes de quinoa. A combinação de 16% de teor de água nas sementes a 40 °C por 48 horas no teste de DC é eficiente para diferenciar a vigor entres lotes, pois separa em quatro níveis de vigor. As condições mais estressantes para as sementes foram a 45 °C por 48 horas, com teor de água 25%.

**Palavras-chave:** *Chenopodium quinoa* Willd., qualidade fisiológica, testes de vigor, envelhecimento controlado.



## 1. INTRODUÇÃO

A quinoa é um pseudocereal que despertou o interesse de pesquisadores e produtores por apresentar alto valor nutricional e diferentes formas de uso, tanto para alimentação animal quanto humana, além de ser uma cultura resistente e adaptável a vários tipos de solo. Tamañha é sua importância que foi batizado como o "grão de ouro dos Andes". Em 2013 a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) proclamou o Ano Internacional da Quinoa, o que ascendeu o interesse de consumo deste grão, aumentando assim sua produção.

Um dos mais importantes insumos da agricultura é a semente. O sucesso da produção agrícola está diretamente ligado à utilização de sementes com alta qualidade, para produzir plantas com alto vigor, que irão estabelecer um bom desempenho da cultura em campo.

Pesquisas e investimentos em tecnologia de sementes vêm sendo desenvolvidos com intuito de aperfeiçoar e aumentar a produtividade através de programas de controle da qualidade fisiológica das sementes. A ferramenta amplamente utilizada é o teste de germinação, entretanto, apresenta limitações por ser executado em condições ótimas de ambiente, superestimando os resultados da qualidade fisiológica das sementes.

Dessa forma complemento da análise do teste de germinação se faz necessário. Para tanto utilizam-se testes de vigor, que fornecem dados mais confiáveis, com rapidez e segurança, sobre as diferenças significativas das sementes de lotes com mesma germinação.

Testes de vigor têm sido aprimorados e desenvolvidos, entre eles destaca-se o teste de deterioração controlada. Entretanto, na cultura da quinoa este teste requer que mais pesquisas sejam feitas no sentido de buscar a padronização da metodologia, objetivando verificar a eficiência na identificação de diferentes níveis de vigor em lotes de sementes.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar a eficiência do teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de quinoa e determinar a melhor combinação de temperatura, período de exposição e teor de água na realização deste teste.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. A quinoa**

##### **3.1.1. Origem e importância**

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) é uma planta de ciclo anual (SPEHAR, 2007) que foi domesticada pelos povos habitantes da Cordilheira dos Andes, há milhares de anos (SPEHAR; SANTOS, 2002). Após a conquista espanhola no altiplano houve um declínio no seu cultivo dando lugar a cereais introduzidos como trigo e cevada (WAHLI, 1990).

Seu cultivo ficou limitado à agricultura de subsistência por bastante tempo e ganhou visibilidade com as descobertas de suas diversas propriedades nutricionais, sua resistência à pragas e sua capacidade de desenvolver-se em condições adversas (altitude, umidade e solos pobres em sais minerais), onde o desenvolvimento de outros cereais seria restrito (ALVES et al., 2008).

Atualmente a quinoa é produzida principalmente na Bolívia e no Peru. Também é cultivada na Argentina, Chile e Colômbia, locais que coincidem na maioria com os limites do Império Inca (BRADY et al., 2007). Houve uma pequena expansão de seu cultivo em países da América do Norte, Europa; Ásia, África e Austrália, (FAO, 2011).

No Brasil, a quinoa é de introdução recente, década de 90, como parte de um esforço para diversificar o sistema de produção de grãos no Cerrado (SPEHAR; SOUZA, 1993).

A quinoa tem sido demandada mundialmente, o que tem levado à expansão de seu cultivo, inclusive como alternativa aos cultivos comerciais (SPEHAR et al., 2011) e representa um grande potencial para melhorar as condições de vida da população dos Andes e do mundo moderno (BIODIVERSITY INTERNATIONAL et al., 2013).

##### **3.1.2 Composição nutricional e usos**

Este alimento é considerado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) como um dos cultivos promissores para a humanidade, não só por suas propriedades benéficas como também por seus múltiplos usos (RESTREPO et al., 2005). Atrai a atenção dos pesquisadores por causa da sua superior qualidade nutricional em relação a outros cereais (GEWEHR et al., 2012).

Do ponto de vista culinário, a quinoa possui grande versatilidade; são usados o grão inteiro, cru ou torrado, a farinha e as folhas mais novas juntamente com os botões florais, que apresentam cerca de 3,3% de proteína em matéria seca (MUJICA-SANCHEZ, 1994).

Toda a planta apresenta considerável quantidade de proteína e energia, com palatabilidade que estimula o consumo pelos animais domésticos, especialmente o gado bovino. Portanto, em cultivos sucessivos pode ser empregada na produção de forragem (SPEHAR, 2006).

Complementa a alimentação humana, de aves e suínos por ser mais equilibrada, com vantagem sobre o milho e a soja, quando utilizados isoladamente (SPEHAR, 2006).

É um alimento que constitui proteínas de alto valor biológico, entre elas todos aminoácidos, incluindo os essenciais (FAO, 2011) É uma alternativa entre cereais e pseudocereais para substituir a proteína do leite, sendo semelhante à caseína. É rica em minerais (K, Ca, P, Mn, Zn, Cu, Fe e Na), vitaminas C e E, e ainda ausente de glúten, sendo muito utilizadas por pacientes celíacos - pessoas alérgicas ao glúten (ASCHERI et al., 2002).

O cereal adequa-se muito bem às dietas de pessoas interessadas em alimentos com alto valor nutritivo e baixo colesterol (SPEHAR, 2002).

### **3.1.3 Classificação botânica**

A Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), é uma dicotiledônea anual (WILSON, 1990) pertencente à família Amaranthaceae, subfamília Chenopodioideae (MUJICA-SANCHEZ et al., 2001), pertence ao gênero *Chenopodium*, que compreende aproximadamente 250 espécies identificadas (GIUSTI, 1970).

É considerado um pseudocereal, no entanto, do ponto de vista botânico é uma planta dicotiledônea, diferentemente dos cereais que são monocotiledôneas, embora apresente algumas características destes (FLEMING; GALWEY, 1995)

### **3.1.4 Sementes - estrutura e fisiologia**

A semente constitui o fruto maduro sem o perigônio (MUJICA et al., 2001), de fora para dentro, consiste em: testa- tegumento externo, originado da primina, endosperma, embrião e perisperma (GALLARDO et al., 1997).

Sua cor é resultante da combinação da coloração do pericarpo e do episperma. O pericarpo pode ser translúcido, branco, amarelo, rosa, vermelho, laranja, marrom, cinza ou preto. Pericarpos mais claros apresentam frutos com o tegumento branco, e frutos com pericarpos mais escuros tem tegumento marrom ou preto (PREGO et al.,1998; MUJICA et al., 2001).

O perisperma é o tecido principal de armazenamento e é composto principalmente por amido, é esbranquiçado e representa quase 60% da superfície da semente, suas células são maiores do que as do endosperma, de forma poligonal com paredes finas, retas e com grandes agregados de amido, esses agregados são compostos por milhares de grânulos de amido individuais, de maneira hexagonal na maioria dos casos (MUJICA et al., 2001)

O endosperma da semente madura consiste apenas de uma ou duas camadas celulares na região micropilar, envolvendo o eixo hipocótilo-radícula. As células de endosperma apresentaram paredes densas e grossas (PREGO et al.,1998).

O embrião ocupa em torno de 30% do volume total da semente, sendo composto pelo eixo hipocótilo-radícula e, geralmente, por dois ou excepcionalmente até três cotilédones (MUJICA-SANCHEZ, 2001)

### **3.2 Qualidade fisiológica**

A pesquisa em Tecnologia de Sementes tem revelado e discutido as deficiências do teste de germinação e por consequência as suas limitações; assim, têm-se estudado métodos que permitam avaliação mais consistente do potencial fisiológico ou vigor de sementes (AOSA, 1983; HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Testes de vigor são baseados na germinação e nas características de crescimento das plântulas, sobrevivência e germinação em condições de estresse, parâmetros físicos, características bioquímicas e níveis de danos mecânicos (STEINER et al., 1989).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) e Marcos-Filho (1999; 2015) os testes de vigor têm como objetivos detectar diferenças na qualidade fisiológica de sementes com mesma germinação, distinguir com segurança lotes de alto e baixo vigor, diferenciar o potencial genético das sementes e classificar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional ao comportamento quanto à resistência ao transporte, potencial de armazenamento e emergência a campo.

Vieira et al. (1994) relataram que vários autores classificaram os testes de vigor como testes diretos e indiretos, ou testes rápidos e de estresse, ou testes bioquímicos e fisiológicos, ou testes físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência e ou testes de crescimento das plântulas, bioquímicos e de estresse. Tais testes devem ter como principais características, simplicidade, rapidez, baixo custo, objetividade e repetibilidade (MARCOS-FILHO, 1999).

Os objetivos básicos dos testes de vigor consistem em avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, distinguindo lotes com alto dos lotes de baixo vigor, de maneira proporcional ao comportamento quanto à capacidade de emergência das plântulas, sobrevivência das plântulas, potencial de produção e potencial de armazenamento das sementes (ISTA, 1995; MARCOS-FILHO, 1999; 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

### **3.3 Testes de vigor**

A classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor através de testes de vigor facilita na tomada de decisões de empresas produtoras no que tange a comercialização dos lotes, direcionando-os para locais em que poderiam apresentar maior potencial de desempenho em campo (AMARO et al., 2015).

Atualmente, os testes de vigor trazem benefícios a todos os segmentos da produção de grandes culturas e hortaliças. Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas (RODO et al., 2000).

As sementes com qualidade inferior deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda de sua viabilidade, após serem expostas ao envelhecimento acelerado (PANOBIANCO, 2001)

A princípio, o teste de deterioração controlada foi desenvolvido para avaliar o vigor de sementes pequenas (POWELL; MATTHEWS, 1981). De acordo com RODO et al. (2000) baseia-se no princípio de que lotes de sementes que apresentam maior vigor manterão sua viabilidade quando expostos, durante breves períodos de tempo, a condições estressantes de temperatura e umidade relativa em uma câmara apropriada, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida.

Dois fatores alteram consideravelmente o comportamento das sementes durante a execução do teste de deterioração controlada são eles: o grau de umidade

das sementes e o período de incubação (ROSSETO; MARCOS-FILHO, 1995). O grau inicial de umidade da semente é nivelado em todas as amostras antes da execução do teste, em altas temperaturas (HAMPTON; TEKRONY,1995). A deterioração controlada tem maior precisão na umidade relativa do ar durante o teste (RODO et al., 2000).

Segundo Rossetto e Marcos-Filho (1995), comparando os testes de deterioração controlada com o envelhecimento acelerado, este último é mais drástico, pois o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades e na deterioração o teor de água das sementes mantém-se constante.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Local de condução do trabalho**

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Micologia, pertencente ao departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília, e ocorreu entre os meses de agosto a novembro de 2017.

### **4.2. Descrição dos lotes**

Foram utilizados sete lotes de sementes de quinoa, cultivar BRS Syetetuba, conforme descritos abaixo:

- Lote 1: Colhidas em agosto/2017 com 120 dias após o plantio (DAP), armazenadas úmidas a 18% (base úmida - b.u.) a 4 °C por 30 dias, secas ao ambiente por 7 dias e depois armazenadas (30 dias) a 4 °C;
- Lote 2: Colhidas em agosto/2017 com 120 DAP, secas em terreiro suspenso, ao sol e ar ambiente não forçado e depois armazenadas (30 dias) a 17,5 °C;
- Lote 3: Colhidas em agosto/2016 com 120 DAP, secas em terreiro suspenso, na sombra e ar ambiente não forçado até 15% (b.u.) e depois a 37,5 °C em estufa até 12% (b.u.); armazenadas à 10 °C por 365 dias;
- Lote 4: Colhidas em agosto/2016 com 135 DAP, secas a 30°C e armazenamento à 10 °C por 365 dias;
- Lote 5: Colhidas em julho/2016 com 100 DAP, armazenadas úmidas (18%, bu) a 4 °C por 30 dias secas a 30°C e armazenamento à 10 °C por 365 dias;

- Lote 6: Colhidas em agosto/2016 com 120 DAP, secas em terreiro não suspenso, na sombra e ar ambiente não forçado até 12% (bu), armazenadas a 4 °C por 365 dias (cultivadas em consórcio com milho);
- Lote 7: Colhidas em agosto/2016 com 120 DAP, secas em terreiro não suspenso, na sombra e ar ambiente não forçado até 12% (bu), armazenadas a 4 °C por 365 dias.

### **4.3. Avaliações da qualidade das sementes**

As sementes dos sete lotes foram avaliadas através de diferentes testes de germinação e vigor, conforme a seguir:

#### **4.3.1 Teor de água (% , base úmida - bu)**

O teor de água das sementes foi determinado conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a, adaptado). Utilizou-se 2 amostras de 2 g de sementes, que foram colocadas em Becker, pesada e levadas a estufa a  $105\pm 3$  °C por 24 horas.

#### **4.3.2 Teste padrão de germinação (TPG)**

Foram distribuídas sob substrato de papel Germitest, previamente umedecido com água destilada deionizada no volume de 2,5 vezes o peso do papel seco, em caixas gerbox, 4 réplicas de 50 sementes para cada lote e mantidas em câmara de germinação a temperatura de  $25\pm 0,5$  °C por 5 dias. Foram contabilizadas as plântulas normais aos 2 e 5 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009a; SOUZA et al., 2017).

#### **4.3.3 Primeira contagem (PC)**

Utilizaram-se as plântulas do TPG. Foi registrada a porcentagem de plântulas normais verificadas na primeira contagem aos 2 dias da instalação do teste de germinação (BRASIL, 2009a).

#### **4.3.4 Condutividade elétrica (CE)**



Utilizaram-se 4 repetições com 50 sementes para cada lote. As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,001g, colocadas em copos plásticos (200 mL) e adicionados a elas 50 mL de água destilada deionizada. Depois, foram levadas a câmara de germinação à temperatura de 30 °C por 6 horas (VIEIRA; KRZYZANOWSKI 1999, adaptado). Ao término desse período, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de condutivímetro Gehaka CG2500 com eletrodo de constante 1.0. Os valores fornecidos pelo aparelho foram divididos pela massa das sementes (g) obtendo-se valores expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de sementes.

#### **4.3.5 Envelhecimento Acelerado (EA)**

Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. As sementes foram mantidas separadas da água por tela metálica, sobre a qual foram distribuídas  $\pm 6$  gramas de sementes de cada tratamento, em fina e única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em câmara (tipo BOD) com temperatura controlada regulada a 41 °C por 48 horas (SOUZA et al., 2017; MARCOS-FILHO, 1999, adaptado). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação (TPG), conforme citado anteriormente (BRASIL, 2009a). Foram contabilizadas as plântulas normais (com radícula apresentando mais de 2 cm) aos 5 dias após semeadura (DAS). Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **4.3.6 Teste de deterioração controlada (DC)**

Inicialmente, para que se alcançasse os teores de água desejados de 16 e 25%, foram realizados testes preliminares utilizando metodologia da câmara úmida (ROSSETTO et al., 1995), semelhante a empregada no teste de EA. Para tal, dentro das caixas plásticas foram utilizadas soluções salinas não saturada (SNS) e saturada (SS) em substituição à água (SOUZA et al., 2017; MARCOS-FILHO, 1999, adaptado). As sementes foram expostas a temperatura de 20 °C por 24, 48 e 72 horas para determinação do tempo ideal necessário a hidratação. Posteriormente foram determinados os diferentes teores de água em estufa a 105 °C, por 24 horas. Depois de determinado o tempo para a hidratação das sementes, uma amostra de 20 gramas de cada lote foi submetida ao ajuste do teor de água. Para tal, a amostra foi dividida em 2 partes equivalentes e estas acomodadas em caixas plásticas, sob

tela metálica (idem ao EA) nas diferentes soluções salinas e então levadas a câmara de germinação a 20 °C. Posteriormente as sementes foram colocadas em embalagens impermeáveis (tubos tipo Falcon) e levadas para câmara fria (10 °C) por 5 dias, até atingirem equilíbrio higroscópico (TORRES et al., 2012). Decorrido este tempo, os tubos foram retirados da câmara fria e mantidos ao ambiente por 10 h para as sementes atingirem equilíbrio térmico. Então, as sementes foram divididas em 4 frações de 2,5 g e estas acomodadas em tubos de vidro tipo criogênicos, com vedação hermética. Destas, 2 foram levadas ao banho-maria a 40 °C e as outras 2 a 45 °C. Das 2 amostras, uma permaneceu por 24h e a outra, 48 h. Quando retiradas do banho-maria, os tubos contendo as sementes foram imersos em água (25 °C) por 20 minutos, para reduzir a temperatura. Após os períodos de deterioração (24 e 48 h), as sementes foram submetidas ao teste de germinação (idem TPG).

#### **4.4 Delineamento e análise estatística**

A análise de variância foi realizada separadamente para cada teste. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software “ASSISTAT”, versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a avaliação da qualidade inicial (Tabela 2 ), houve diferença estatística significativa ( $p < 0,01$ ), pelo teste F, para todos os testes aplicados, demonstrando haver diferença no potencial fisiológico dos lotes utilizados no presente estudo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da Anova para os dados médios de teste padrão de germinação (TPG); primeira contagem da germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE), obtidos para sete lotes de sementes de quinoa

	TPG	PC	EA	CE
Trat.	248,57**	327,24**	317,91**	20402,66**
Res.	23,09	47,09	10,29	609,31
Média	86,36	81,36	85,14	398,75

Trat.: tratamento; Res.: resíduo; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ).

Os menores valores de germinação, pelo TPG, foram observados nos Lotes 5 e 6, que diferiram estatisticamente dos Lotes 1, 2, e 3. Os demais apresentaram valores intermediários a estes, não diferindo dos demais. Cabe observar que a maioria dos lotes apresentaram germinação com valores superiores a 80%, exceto os Lotes 5 e 6, que estavam abaixo disso, com 76 e 77%, respectivamente (Tabela 2).

O TPG, sozinho, não esboça as diferenças sutis de vigor entre lotes, necessitando assim da aplicação dos testes de vigor (VIEIRA; KRYZANOWSKI, 1999). Mesmo os resultados apresentando similaridade com TPG, no teste de PC, o comportamento estatístico da germinação das sementes de quinoa não foi idêntico, sobretudo para o Lote 3. Esse teste também classificou os lotes em apenas 2 níveis de vigor, sendo 1 e 2 de vigor superior, 5 e 6 inferior e os demais, com vigor intermediário (Tabela 2).

Para o teste de envelhecimento acelerado, percebe-se uma maior discrepância entre lotes, com a divisão dos lotes em 4 níveis de vigor. Os Lotes 5 e 2 os de menor e maior vigor, respectivamente, e os demais apresentando comportamento intermediário (Tabela 2).

No teste de condutividade elétrica foi possível distribuir os lotes em 4 níveis, sendo este o que demonstrou a maior discrepância no vigor. O Lote 1 apresentou maior vigor, o Lote 6 o menor e os demais, vigor intermediário. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de teste padrão de germinação (TPG); primeira contagem da germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE), obtidos para os sete lotes de sementes de quinoa.

Lote	TPG	PC %	EA	CE $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$
1	96 a	93 a	90 ab	273,61 d
2	95 a	91 a	93 a	283,01 cd
3	90 a	84ab	86 b	350,69 b
4	86 ab	82 ab	88 ab	361, 89 b
5	76 b	69 b	66 c	329,68 bcd
6	77 b	72 b	85 b	489,98 a
7	86 ab	80 ab	90 ab	334,81 bc
Teste F	10,76**	6,95**	30,91**	33,45**
DMS	11,050	15,770	7,370	56,760
CV (%)	5,56	8,44	3,77	7,13

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ );

DMS = Diferença mínima Significativa;

CV = Coeficiente de variação.

Os testes de vigor são amplamente utilizados para diferenciação de lotes de sementes de uma mesma variedade ou espécie, mas que apresentam valores semelhantes de germinação. A exemplo, o teste de PC reflete a velocidade de germinação das sementes e, portanto, o vigor, permitindo diferenciar o potencial fisiológico de lotes de sementes (TORRES; PAIVA, 2009).

Analisando os teores de água, pode-se observar que estes foram bem próximos em todos os lotes, dentro de todos os testes realizados (Tabela 3). Essa característica é necessária e de extrema importância para a obtenção de resultados consistentes nos testes aplicados (MARCOS-FILHO, 1999). Embora tenham diferenças de valores entre os lotes, o teor médio de água ficou em  $11,15\pm 0,67\%$  inicial,  $26,62\pm 0,77\%$  no envelhecimento acelerado (EA),  $25,17\pm 0,10\%$  e

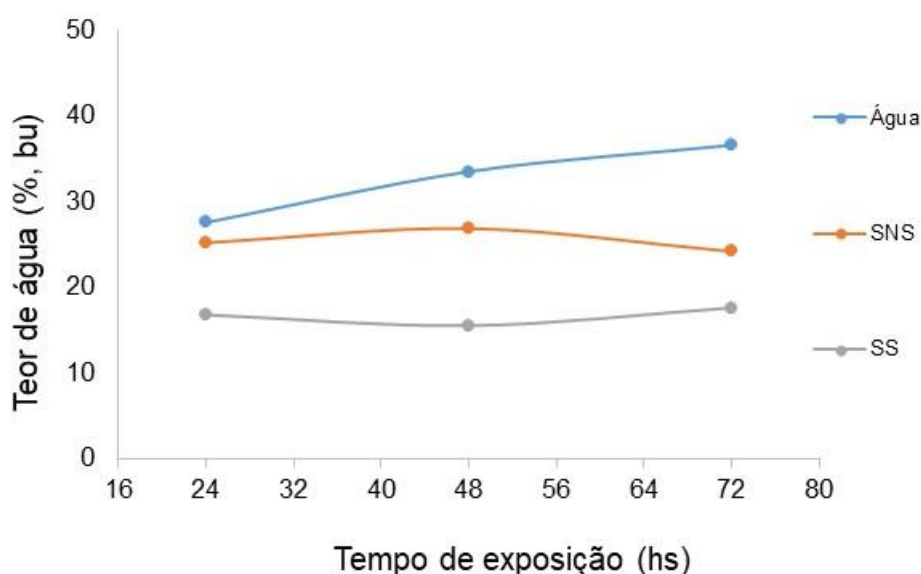
16,51±0,18% na deterioração controlada (DC) utilizando solução SNS e SS, respectivamente.

**Tabela 3.** Teores médios de água Inicial, após envelhecimento acelerado (EA) e antes da deterioração controlada (DC) utilizando soluções salinas saturada (SS) e não saturada (SNS), nos diferentes lotes de quinoa.

Lote	Teor de água (% bu)			
	Inicial	Após EA	Antes DC	
			SNS	SS
1	10,95	27,05	25,15	16,76
2	11,71	26,25	25,10	16,50
3	10,04	25,67	25,01	16,30
4	11,04	26,60	25,16	16,62
5	12,17	26,70	25,30	16,68
6	11,22	28,04	25,28	16,45
7	10,90	26,04	25,22	16,29

SNS: solução salina não saturada;  
SS: Solução salina saturada.

Na avaliação da DC, os resultados dos testes realizados preliminarmente mostraram que as sementes atingiram os teores de água desejados em 24 horas, na temperatura de 25 °C, quando utilizadas as soluções salina não saturada (SNS) e salina saturada (SS), conforme a Figura 1.



**Figura 1.** Teor de água de equilíbrio para as sementes de quinoa sob diferentes tempos de exposição e diferentes soluções, utilizando o método da câmara úmida.

Percebe-se clara tendência ao aumento do teor de água com o aumento do tempo de exposição, quando não se utilizou sal para o controle da umidade ambiental interna a caixa plástica. Comportamento distinto e tendendo a linear pode ser observado quando da utilização das soluções contendo sal. O teor se manteve praticamente constante, porém com a saturação da solução, obteve-se menor teor de água (Figura 1). Sementes úmidas ou secas tendem a apresentar comportamentos distintos nos testes de vigor. Teor de água elevado atrapalha no desempenho das sementes no EA, mas pode favorecer na CE e o baixo teor retarda a germinação e emergência (TORRES; PAIVA, 2009).

A utilização de soluções salinas visa obtenção de umidades relativas do ar específicas, o que resulta em diferentes teores de água nas sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996). Muitos autores utilizaram esta técnica em sementes, a exemplo de Yagushi et al. (2014) com soja, Torres et al. (2014) com quiabo e Tunes et al. (2011), com coentro.

Em relação ao teste de DC, foi possível observar diferença estatística significativa ( $p < 0,01$ ), pelo teste F, para todas as condições aplicadas, demonstrando haver diferença no potencial fisiológico dos lotes utilizados no presente estudo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância (ANOVA) para os dados de deterioração controlada de sementes de quinoa nas diferentes condições de aplicação do teste

	16%				25%			
	40 °C		45 °C		40 °C		45 °C	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Trat.	165,29**	470,06**	701,95**	3418,95**	493,57**	382,57**	391,57**	2893,24**
Res.	21,46	38,18	22,05	22,9	34,62	50,33	23,76	80,00
Média	88,21	80,82	82,21	69,21	84,64	86,36	85,36	57,86

Trat. = Tratamento; Res. = resíduo;

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 01$ );

No teste de deterioração controlada por 24 h a 40 e 45°C, com as sementes apresentando 16% de umidade, pode-se observar a divisão dos lotes em 3 níveis de vigor (Tabela 5 ). Nesse mesmo teor de água (16%), a maior deterioração foi observada no tratamento 48 h a 45°C, onde a germinação final das sementes no lote

5 foi de apenas 11% (Tabela 5). De modo geral, o período maior de exposição das sementes ao calor causou danos mais perceptíveis, sobretudo na germinação.

**Tabela 5.** Resultados médios do teste deterioração controlados (DC) para os sete lotes de sementes de quinoa com teores de água de 16% e 25%, após 24 e 48 horas, em temperaturas de 40 e 45 °C.

Lote	16 %			
	40 °C		45 °C	
	24 h	48 h	24 h	48 h
1	96 a	96 a	95 a	91 a
2	94 a	89 ab	92 ab	91 a
3	91 ab	76 bcd	85 ab	87 a
4	91 ab	87 ab	94 ab	86 a
5	77 c	70 bcd	67 c	61 b
6	84 bc	65 d	61 c	11 c
7	87 abc	84 abc	84 b	59 b
Teste F	7,69**	12,31**	31,34**	149,27**
DMS	10,65	14,2	10,79	11,00
CV (%)	5,25	7,65	5,71	6,91
Lote	25 %			
	40 °C		45 °C	
	24 hs	48 hs	24 hs	48 hs
1	89 a	95 a	91 ab	80 ab
2	93 a	94 a	96 a	69 ab
3	89 a	88 a	85 ab	64 b
4	89 a	87 a	90 ab	86 a
5	61 b	66 b	66 c	11 d
6	81 b	85 a	80 b	33 c
7	92 a	91 a	90 ab	64 b
Teste F	14,26**	7,61**	16,48**	36,17**
DMS	13,52	16,30	11,20	20,56
CV (%)	6,95	8,22	5,71	15,46

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ );

DMS = Diferença mínima Significativa;

CV = Coeficiente de variação.

Ainda analisando a Tabela 5, quando as sementes apresentavam 25% de teor de água, a temperatura de 40 °C foi eficiente em estratificar apenas 2 níveis de vigor os sete lotes, independentemente do tempo de exposição (24 e 48 h). Nestas condições, o lote 5 deteve a menor germinação, inferior a 70% (40°C/24 e 48 h), distinguindo-se estatisticamente dos lotes, exceto do lote 6 (40°C/24 h). Os demais lotes não se diferiram e ainda apresentaram germinação superior a 80%.

Na temperatura de 45 °C (25%), os tempos de exposição geraram diferentes respostas entre os lotes, sendo que com 24 h apenas 3 níveis de vigor foram observados, diferentemente de 48 h, que esboçou 4 divisões de níveis de vigor. Mesmo havendo discrepâncias, o lote 5 apresentou a menor germinação (66%, 45°C/24 h e 11%, 45°C/48 h), seguido do lote 6, demonstrando serem os menos vigorosos. Os demais apresentaram comportamento intermediário.

Vale salientar ainda que, em virtude dos dados encontrados, os lotes 5 e 6 sempre se apresentaram com menor qualidade fisiológica em relação as demais, na maioria dos testes de vigor aplicados neste estudo. Já o lote 1 tende a ser o de melhor vigor, embora muitas vezes não tenha diferido estatisticamente de outros, como por exemplo do lote 2.

Observando a germinação dos diferentes lotes, percebe-se que de modo geral, quando se elevou a temperatura e o tempo de exposição, independente do teor de água, os resultados foram decrescentes e a separação dos lotes ficou mais evidenciada (Tabela 5). Resultados similares foram detectados por Dutra e Medeiros Filho (2008) com sementes de algodão, onde a deterioração controlada conduzida a 45 °C por 48 horas foi eficiente na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Lopes et al. (2013) concluíram que a deterioração controlada a 24%/24 h/45 °C foi eficiente em determinar o potencial fisiológico de sementes de berinjela.

Muitos trabalhos têm demonstrado que a deterioração controlada é eficiente em prever a qualidade fisiológica e distinguir lotes de sementes, a exemplo de Pandita et al (2014) em lotes de sementes de quiabo; Morais e Rosseto (2013), com nabo forrageiro; Lodo et al. (2013) com espinafre; Silva e Vieira (2012) com beterraba; Torres et al. (2012) com coentro Mavi et al. (2010) com melancia, melão e pepino.



## **6. CONCLUSÕES**

A deterioração controlada mostrou-se eficiente em identificar o vigor dos diferentes lotes de sementes de quinoa. A combinação de 16% de teor de água nas sementes a 40 °C por 48 horas no teste de DC é eficiente para diferenciar a vigor entres lotes, pois separa em quatro níveis de vigor. As condições mais estressantes para as sementes foram a 45 °C por 48 horas, com teor de água 25%.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES, L. F.; ROCHA, M. S.; GOMES, C. C. F. Avaliação da qualidade protéica da Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd) através de métodos biológicos. **Revista Científica e-scientia**, Belo Horizonte, v.1, n.1, p. 1-16, nov., 2008.

AMARO, Hugo T.R. et al . Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 38, n. 3, p. 383-389, set. 2015. Disponível em <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2015000300013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000300013&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 05 dez. 2017

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), maíz y arroz. **Alimentaria**, Madrid, v. 39, n.331, p. 82-89, 2002.

BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTAL, M.D.; ROTA, G.R. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPEL, 2003. p.370-418.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL, FAO, PROINPA, INIAF e FIDA. **Descriptorios para quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres**. 2013. 64 p. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/018/aq658s/aq658s.pdf>> Acesso em 21 de agosto de 2017.

BRADY, K.; H. O. et al. **Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa**. **Food Chemistry**, London. v. 100, n. 4, p. 1209-1216, 2007.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/SDA, 2009. 395p.

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

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos safra 2014/2015, primeiro levantamento**, 2014. Brasília: CONAB, 2014. p.05-77.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. **Seed News**, v.6, n.6, p.24-31. 2002.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I Condutividade elétrica. In: **Informativo Abrates**, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS-FILHO, S. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 19-23, 2008.

FAO. Conferencia de la FAO para proponer la declaración del “ Año internacional de la quinoa.; **La Quinoa: cultivo milenário para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.** Bolivia, 2011 Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo\\_quinoa\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf)>

FLEMING, J. E., & GALWEY, N. W. (1995). Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In J. T. Williams, **Cereals and Pseudocereals** .Vol. 1, p. 3-83, 1995. London: Chapman and Hall.

GALLARDO, M.; GONZALES, A. Y PONESSA, G. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa). In: **Chenopodiaceae**, Lilloa , v. 39, n.1, 1997.

GEWEHR , M; DANELLI, D; DE MELO, L; FLÔRES, S; JONG, E; Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**.Campinas, v. 15, n. 4, p. 280-287, out./dez. 2012.

GIUSTI, L. El gênero *Chenopodium* en Argentina. I. Número de cromossomas. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 16, p. 98-105, 1970.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995, 117p.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração Controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-13.

LODO, M.A.; LOPES, M. M.; SOARES, B.R.R.; VIEIRA, R.D. Assessment of the physiological potential of spinach seeds (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) Kuntze). **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.284-291, 2013.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as na indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LOPES, M.M.; SILVA, C.B.; VIEIRA, R.D. Physiological potential of eggplant seeds. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 225-230, 2013.

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

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3. (1-24).

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

MAVI, K.; DEMIR, I.; MATTHEWS, S. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. **Seed Science and Technology**, v.38, p.14-25, 2010.

MORAIS, C.S.B.; ROSSETTO, C.A.V. Testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado para avaliação do vigor em nabo forrageiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n.4, p.703-713, 2013.

MUJICA, A., 1994. Andean grains and legumes. In: Hernando Bermujo, J.E. Leon, J. (Eds.), **Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective**, vol. 26. FAO, Rome, Italy, p. 131–148, 1994.

MUJICA-SANCHEZ, A.; JACOBSEN, S. E.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J. P. **Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Ancetral Cultivo Andino, Alimento Del Presente y Futuro**. FAO. Editores: Santiago, Chile, 2001. 350p

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2. (1-24).

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja em campo**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP, Jaboticabal, 1995.

PANDITA, V.K.; PATIL, P.; TOMAR, B.S., SETH, R. Controlled deterioration and paper-piercing tests predict seedling emergence potential in okra seed lots. **Scientia Horticulturae**, v.179, p.21-24, 2014.

PANOBIANCO, Maristela; MARCOS FILHO, Júlio. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola.**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2001. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162001000300014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000300014&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 05 Dez. 2017.

POLLOCK, B.M.; ROOS, E.E. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1972. 289p.

PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar**. 2004. 47f. Tese (Doutorado em Agronomia) -

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for crop seeds. **Seed Science and Technology**, v.9, p.633-640, 1981

PREGO, I.; MALDONADO, S.; OTEGUI, M. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. **Annals of Botany**, v.82, n.4, p.481-488, 1998.

RESTREPO, L.A.M.; VIANCHÁ, L.M., BALLESTEROS, J.P. Analisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. **INNOVAR**, revista de ciências administrativas y sociales. Universidad Nacional de Colombia, v.56, n.1, p.103-120, 2005.

RODO, A.B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS-FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v.57, n. 2, p.289-292, 2000.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, p.123-131, 1995

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT versão 7.7 beta**. Campina Grande: DEAG/CTRN/UFCG, 2014. (Homepage <http://www.assistat.com>).

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.3, p.379-384, 2012.

SOUZA, F. F. J.; SOUZA, J. E. A.; SOUZA, N. O. S.; SPEHAR, C. R.; JESUS, T. F. Standardizing germination tests for quinoa seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12(3), p. 155-160, 2017

SPEHAR, C. R.; Adaptação da quinoa (*chenopodium quinoa willd.*) Para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 41-62, jan./abr. 2006

SPEHAR, C. R.; ROCHA, J. E. S; SANTOS, R. L. B. Desempenho agrônômico e recomendações para cultivo de quinoa ( BRS SYETETUBA) no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 145-147, jan./mar. 2011

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasília**, v.37, n.6, p.889- 893, 2002.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SPEHAR, C.R.; **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 71-103, 2007.

STEINER, J.J.; GRABE, D.F.; TULO, M. Single and multiple vigour tests for predicting seedling emergence of wheat. **Crop Science**, Madison, v.3, n.29, p.782-786, 1989

TORRES, S.B.; da SILVA, F.G.; GOMES, M.D.A.; BENEDITO, C.P.; PEREIRA, F.E. C.B.; da SILVA, E.C. Diferenciação de lotes de sementes de quiabo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, v.44, n.12, p.2103-2110, 2014.

TORRES, S.B.; DANTAS, A.H.; PEREIRA, M.S.; BENEDITO, C.P.; DA SILVA, F.H. A. Deterioração controlada em sementes de coentro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.319-326, 2012.

TORRES, S.B.; PAIVA, E.P. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. **Caatinga**, v.22, n.3, p.35-39, 2009.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D.C.; BARDINELLI, P.G.; TAVAREZ, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, v.41, n.1, p.33-37, 2011.

TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; BARBIERI, A.P.P.; CONCEIÇÃO, G.M.; ROETHING, E.; MUNIZ, M.F.B.; BARROS, A.C.S.A. Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e sua correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.1, p.12-17, 2011.

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

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.31-47.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.

WAHLI, C. Quínuia: hacia su cultivo comercial. Quito, : **Latinreco S. A.** 206 p. 1990.

WILSON, H.D. Quinoa and relatives (*Chenopodium* sect. *Chenopodium* subsect. *Cellulata*). **Economic Botany**, v. 44, p.92–110, 1990.

YAGUSHI, J.T.; COSTA, D.S.; FRANÇA-NETO, J.B. Saturated salt accelerated aging and computerized analysis of seedling images to evaluate soybean seed performance. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.213-221, 2014.