



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO, COM
DIFERENTES METODOLOGIAS, NA DETERMINAÇÃO DO VIGOR DE
SEMENTES DE QUINOA**

Bruno Khouri Mota

Brasília-DF
Dezembro/2015

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO, COM
DIFERENTES METODOLOGIAS, NA DETERMINAÇÃO DO VIGOR DE
SEMENTES DE QUINOA**

Bruno Khouri Mota

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli

**Brasília-DF
Dezembro/2015**

Bruno Khouri Mota

**Avaliação do teste de envelhecimento acelerado, com diferentes metodologias,
na determinação do vigor de sementes de quinoa**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 07/12/2015



Prof. Marcelo Fagioli

Universidade de Brasília – UnB


Orientador



Eder Stolben Moscon

Msc., doutorando - Universidade de Brasília – UnB

Examinador externo



Nayara Carvalho

Engenheiro Agrônoma – Mestranda em Agronomia - UnB

Examinadora Externa

MOTA, Bruno Khouri.

Avaliação do teste de envelhecimento acelerado, com diferentes metodologias, na determinação do vigor de sementes de quinoa./ Bruno Khouri Mota. Brasília. UnB.

V, 24 folhas.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

Orientador: Professor Dr. Marcelo Fagioli

1. Quinoa 2. Testes de vigor 3. Qualidade fisiológica 4. Estresse em sementes

Referência Bibliográfica

MOTA, Bruno Khouri Mota. **Teste de envelhecimento acelerado, com diferentes metodologias, na determinação do vigor de sementes de quinoa.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.

Nome do autor: Bruno Khouri Mota

Título da monografia: **Teste de envelhecimento acelerado, com diferentes metodologias, na determinação do vigor de sementes de quinoa.**

Ano: 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e 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.

Bruno Khouri Mota

matrícula: 10/0049648

Endereço: Universidade de Brasília Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte CEP 70910-900

Brasília-DF — Brasil

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que olha por mim em todos os momentos da minha vida.

Ao mesmo tempo, agradecer à minha família, a qual está sempre do meu lado, me apoiando e me dando forças para superar as adversidades do dia-a-dia.

Agradeço aos professores que me ensinaram muito durante os dias que estive aqui presente. Principalmente ao professor Marcelo Fagioli, que me deu a oportunidade de tê-lo como orientador.

Por fim , um muito obrigado aos meus amigos, que tornaram esta jornada um pouco mais simples e colaboraram para que tudo terminasse da melhor maneira possível. Um agradecimento especial ao meu amigo e co-orientador Éder Stolben, que contribuiu de forma direta com o sucesso do trabalho e a Nayara Carvalho, que prontamente aceitou participar da banca como avaliadora.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO.....	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1 Histórico da cultura no mundo e no Brasil.....	9
3.2 Qualidade de sementes.....	10
3.3 Testes de vigor em sementes.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 Local do experimento.....	14
4.2 Descrição dos lotes.....	14
4.3 Determinação do teor de água (TA).....	14
4.4 Teste padrão de germinação (TPG) e primeira contagem (PC).....	14
4.5 Teste de vigor: envelhecimento acelerado (EA).....	15
4.6 Análise estatística.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6. CONCLUSÕES.....	20
7. REFERÊNCIAS.....	21

RESUMO

Oriunda da região dos Andes, a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdnow) foi introduzida na região do cerrado como uma incógnita para a maioria, porém com o passar do tempo observou que a mesma teve bom comportamento ao clima local e que seria importante o estabelecimento da cultura para a diversificação da produção local. A quinoa surge como alternativa para os produtores devido ao seu alto valor biológico e a sua adaptabilidade aos diversos climas das regiões. Assim, acabou transformando-se em um complemento na área da alimentação humana e animal. Por ser uma cultura de introdução recente no Brasil, são poucos os estudos realizados e, por este motivo, procurou-se desenvolver ações que possam trazer novas informações para esta área. Neste capítulo, concluiu-se como a quinoa se comporta diante de situações adversas e seu poder de vigorar em tais condições. O trabalho teve como principal objetivo estudar a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, na avaliação do vigor de lotes de sementes de quinoa. Para isto foram utilizadas diferentes metodologias: solução água, não-saturada e saturada. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casual (DIC), em esquema fatorial 3 x 4 (três por quatro), com 3 (três) períodos de exposição e 4 (quatro) lotes, em 4 (quatro) repetições. Por fim, os testes de envelhecimento acelerado, germinação padrão e primeira contagem foram realizados para aferir a qualidade fisiológica e de armazenamento das sementes. Concluiu-se que, o uso de soluções salinas proporcionam menores teores de água nas sementes, diminuindo a velocidade de deterioração destas. Na solução aquosa, os lotes puderam ser separados pelo vigor, o que não aconteceu nas soluções que continham sal na composição. Recomenda-se, para pesquisas futuras, que a condição de exposição das sementes de quinoa, ao teste de envelhecimento acelerado, seja mais abrangente.

Palavras-chave: quinoa, testes de vigor, qualidade fisiológica, estresse em sementes.

1. INTRODUÇÃO

A introdução de novas culturas é uma tarefa cada vez mais difícil, tanto para o produtor quanto para o técnico, principalmente nos dias atuais. Existe resistência, principalmente do produtor em aceitar novas opções, distintas daquelas tradicionalmente utilizadas. Porém, a diversificação de culturas possibilita implementar a renda, reduzir custos, ciclar e disponibilizar nutrientes, proteger o solo, reduzir o impacto ambiental negativo do monocultivo, além de promover aumento na oferta de alimentos. Desta maneira, a quinoa surge como alternativa de plantio e apesar de ser uma cultura ainda pouco conhecida, vêm ganhando força no cenário agrícola devido ao seu excelente valor nutricional e econômico, fato que a torna uma alternativa de complementação na alimentação animal e humana (SPEHAR, 2006).

A quinoa tem origem na região dos Andes (Peru, Bolívia, Equador e Colômbia) onde vem sendo cultivada pela população local há milênios. Pode ser considerada uma cultura rústica, pois é tolerante às condições climáticas adversas, o que permite sua produção nas mais diversas regiões do mundo, apresentando também certa resistência à alguns tipos de pragas. Bolívia e Peru são os maiores produtores, atingindo a marca de 90% da produção mundial (FAO, 2011).

No Brasil, sua introdução ainda é recente, com aproximadamente 25 anos e chegou para ser uma cultura para diversificação, quebrando o ciclo de pragas e doenças em determinadas regiões do país, ou seja, uma alternativa para nossos problemas fitossanitários (SPEHAR, 2006). Para produção de grãos, o cultivo pode ocorrer em qualquer época do ano, mas devendo ser preferencialmente no outono (safrinha) ou no inverno (entressafra). Para produção de forragem, o cultivo no verão é o mais ideal (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Por se tratar de uma cultura recentemente introduzida no país, ainda não se tem muitos estudos realizados com quinoa. Portanto, existem muitas lacunas que devem ser preenchidas, principalmente no que tange a tecnologias de produção, como em relação a adaptabilidade, condições climáticas, necessidades hídrica e nutricional e também quanto a qualidade de sementes.

A cultivar BRS Syetetuba, objeto deste estudo, foi desenvolvida pela EMBRAPA em parceria com a Universidade de Brasília e tem demonstrado boa produtividade, qualidade de grão e sementes e adaptabilidade ao clima da região central do Brasil, mostrando-se promissora ao cultivo.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) de sementes de quinoa pelo teste de envelhecimento acelerado, conduzido sob diferentes metodologias, utilizando três diferentes soluções: aquosa, não saturada e saturada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Histórico da cultura no mundo e no Brasil

Originária dos Andes, a quinoa é uma cultura rústica, com pouca exigência hídrica e capaz de suportar grandes variações de temperatura. Em Portugal as importações e o consumo de quinoa tem aumentado de forma exponencial. A cultura está cada vez mais popularizada na dieta daqueles que preconizam uma alimentação saudável de alto valor nutricional e baixo teor de contaminantes (HANCCO, 2003).

Despontou no cenário brasileiro como alternativa para diversificação das culturas locais. Por muito tempo, seu cultivo ficou restrito à agricultura de subsistência. Porém, com as descobertas de suas inúmeras propriedades nutricionais, o alimento indígena ganhou visibilidade. Fácil de plantar e com o apelo de produto saudável, essa cultura nova no cenário nacional pode se tornar uma alternativa rentável para o agricultor. A partir de uma parceria entre EMBRAPA e a Universidade de Brasília, na década de 90, a quinoa foi introduzida no cerrado brasileiro e os genótipos testados mostraram boa adaptabilidade ao clima da região central, além disso, os períodos de seca e chuva bem determinados cooperaram para o sucesso evolutivo da planta. No período de inverno aqui no Brasil, a quinoa se apresenta como ótima opção cultural para o produtor, pois sua baixa exigência hídrica é um fator favorável à sua produção (SPEHAR, 2011).

Devido ao seu valor nutricional, as condições climáticas da região central do Brasil, seu potencial econômico e a sua capacidade de produção de biomassa para proteção do solo, a cultura foi bem aceita pelos produtores e tem um bom potencial para acrescentar diversidade em sistemas rotacionados de plantio direto. Sistemas de rotação de culturas aumentam a biodiversidade dos agro-ecossistemas, reduzindo a pressão de pragas e doenças e melhorando as características físicas, químicas e biológicas dos solos (AKIBA et al., 1999).

Tolerante à seca, à acidez do solo e a baixas temperaturas, seu crescimento acelera-se após os primeiros 30 dias de plantio, podendo chegar a dois metros de altura. O produto colhido são pequenas sementes achatadas e sem dormência. Elas são boas fontes de vitamina B e E, e possuem amido, além de conter alta dose de

ferro o dobro da encontrada na cevada e no trigo, e três vezes mais do que no arroz (SPEHAR, 2006).

O ano de 2013 foi considerado pela ONU como o Ano Internacional da Quinoa. A ideia partiu da Bolívia, a qual teve a intenção de aumentar a consciência do público a respeito dos benefícios que a cultura pode trazer para seus consumidores (FAO, 2013). A quinoa é um alimento importante, principalmente para os indivíduos portadores de doença celíaca, pois não contém as frações proteicas glutenina e gliadina, permitindo a utilização deste pseudocereal para a elaboração de produtos isentos de glúten, além de possuir baixo índice glicêmico, protegendo seus consumidores do ganho de peso e do risco de contrair diabetes. Rica em proteína, a quinoa tem boa distribuição de aminoácidos essenciais, que se assemelham à caseína fração protéica do leite, podendo, assim, incrementar a composição de mingaus para crianças. O cereal ainda adequa-se muito bem à dieta de pessoas interessadas em alimentos com alto valor nutritivo e baixo colesterol (SPEHAR, 2002).

3.2 Qualidade de sementes

A necessidade de utilizar sementes de alta qualidade se apresenta como base para aumento da produtividade agrícola. Para isso, uma condição essencial que visa assegurar a formação de um estande bem desenvolvido, com plantas uniformes, vigorosas e saudáveis, é a emergência uniforme e rápida das plântulas (BORBA; ANDRADE, 2002).

O conceito de qualidade de sementes vem sendo modificado em função do aumento no conhecimento sobre o assunto. (HAMPTON; 2002) ponderou sobre o tema e agrupou os componentes de qualidade em três categorias, sendo: descrição (pureza física, genética; uniformidade de tamanho, forma e peso); higiene (sanidade e contaminação por espécies silvestres) e, potencial de desempenho (germinação, vigor, armazenagem, percentagem e uniformidade de emergência de plântulas). (MARCOS FILHO; 2009) definiu vigor como um conjunto de características que determinam seu valor para semeadura. Isso leva a concluir que o conceito de qualidade é obtido em função de um conjunto de atributos (MARCOS FILHO; NOVENBRE, 2009).

Um aspecto importante da produção de sementes de qualidade é a determinação da maturidade fisiológica e do momento adequado de colheita,

visando minimizar a sua deterioração no campo (PEREIRA et al., 2014), aumentar o potencial de produção e aproveitamento de sementes (PESKE et al., 2009).

A maturação fisiológica, que compreende as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se sucedem no óvulo fertilizado, também é a fase de máxima qualidade da semente. A maturação é atingida quando a semente apresenta máximo conteúdo de matéria seca e acentuada redução no teor de água, com alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes, culminando com a máxima capacidade germinativa e vigor das mesmas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O vigor de uma semente pode ser analisado com base nas propriedades que determinam seu potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente. Essas condições geralmente são estresses que as sementes são submetidas para que seja possível assegurar que as mesmas serão suficientemente vigorosas ao ponto de estabelecer uma população adequada de plantas. Dentre os estresses encontram-se: variações de temperatura e umidade, compactação do solo, profundidade excessiva de semeadura, ataque de fungos e microrganismos. Segundo definição da *International Seed Testing Association* (ISTA, 2006), é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente. Ainda, segundo a Associação Oficial de Analistas de Sementes (AOSA, 1983), vigor pode ser definido como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

3.3 Testes de vigor em sementes

Uma ferramenta usada cada vez com mais frequência pelas empresas produtoras de sementes são os testes de vigor. As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído esses testes em programas internos de controle de qualidade e/ou para garantia da qualidade de sementes destinadas à comercialização (TORRES; PEREIRA, 2010). Os testes de vigor têm sido utilizados principalmente para identificar diferenças associadas ao desempenho de lotes de sementes durante o armazenamento ou após a semeadura, procurando destacar

lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla variação das condições de ambiente (MARCOS FILHO et al., 2009).

Entre os objetivos básicos dos testes de vigor estão o de avaliar ou detectar diferenças no potencial fisiológico de sementes com germinação semelhante, visando complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação. Também, distinguir com segurança os lotes quanto ao alto ou baixo vigor. Ainda, classificar os lotes em níveis de vigor diferentes, em proporção ao comportamento na emergência, resistência ao transporte e potencial de armazenamento (MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009).

Os testes utilizados para avaliação do vigor já foram classificados por vários autores, mas a classificação de McDonald (1975) é uma das mais completas pois tem permitido, apesar de precisa, a inclusão de novos métodos, sem se tornar desatualizada. Assim, os testes são classificados como físicos (massa, tamanho, coloração e outros), fisiológicos (primeira contagem de germinação e outros), bioquímicos (condutividade elétrica e outros), resistência a estresses (envelhecimento acelerado e outros) (MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009).

O teste padrão de germinação tem sido usado a muito tempo como avaliador do potencial fisiológico de sementes, porém, quando conduzido em condições ideais, geralmente superestima o potencial fisiológico dos lotes, o que torna necessário o aprimoramento dos testes para a avaliação do vigor.

A primeira contagem do teste de germinação pode ser utilizada como um teste de vigor, uma vez que a medida que a deterioração da semente avança a velocidade de germinação é reduzida. Sendo assim, lotes que apresentam maior porcentagem de plântulas normais na data da primeira contagem podem ser considerados mais vigorosos (NAKAGAWA, 1999).

Outro teste bastante utilizado para a avaliação do vigor é o de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento de sementes submetidas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, baseando-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente quando submetidas a tais condições (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de envelhecimento acelerado foi inicialmente desenvolvido para estimar a longevidade de sementes em condições de armazenamento. Nesse teste, as sementes são expostas a condições adversas de alta temperatura (40 a 45°C) e umidade relativa por diferentes períodos, dependendo da espécie, antes de submetê-la ao teste de germinação. Lotes de sementes com alto vigor irão resistir a

essas condições extremas e deteriorar a uma taxa mais lenta do que lotes de sementes de baixo vigor, apresentando maior germinação após o envelhecimento acelerado mais alto (TILLMANN et al., 2003). O teste de envelhecimento acelerado tem sido incluído em programas de controle de qualidade conduzidos por empresas produtoras de sementes, pois, em poucos dias pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e, dependendo do seu histórico, do potencial de emergência das plântulas em campo (SANTOS et al., 2002).

Na literatura são encontrados trabalhos sobre qualidade fisiológica de sementes em diversas culturas, como para a abobrinha (DUTRA; VIEIRA, 2006), cebola (DIAS et al., 2006), pimenta (VIDIGAL et al., 2008), gergelim (TORRES et al., 2009), mamona (SOUZA et al., 2009), azevém (LOPES; FRANKE, 2010), rúcula (TORRES; PEREIRA, 2010), pimenta (PEREIRA et al., 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LASE), da Faculdade de Agronomia e Veterinária (FAV), Universidade de Brasília (UnB), em Brasília-DF, em março de 2015.

4.2 Descrição dos lotes

A obtenção das sementes foi realizada na Fazenda Água Limpa (FAL), área experimental da Universidade de Brasília, localizada em Brasília-DF, nas coordenadas 15°56' S 47°56'W e altitude média de 1.080 m. O cultivo foi sob irrigação, sendo a água necessária para o desenvolvimento das plantas disponibilizada por aspersão convencional. Os nutrientes foram supridos pelo estoque existente no solo, como resíduo de cultivos anteriores.

Os lotes foram oriundos da colheita em diferentes estádios de maturação, tendo por base a coloração das panículas e abertura dos perigônios. Foram usadas as sementes provenientes da colheita nos estádios onde as panículas estavam parcialmente secas, com aproximadamente metade dos perigônios abertos e também panículas secas, com todos os perigônios abertos (MOSCON, 2015).

4.3 Determinação do teor de água (TA)

O teor de água foi determinado antes e após os períodos de deterioração controlada, pelo método estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se três repetições de 5 gramas. Os resultados foram expressos em porcentagem de teor de água (% , b.u).

4.4 Teste padrão de germinação (TPG) e primeira contagem (PC)

Foram distribuídas sob substrato de papel Germitest, previamente umedecido com água no volume de 2,5 vezes o peso do papel seco, em caixas plásticas, quatro réplicas de 50 sementes para cada tratamento e mantidas em câmara de germinação a temperatura de ± 25 °C por 10 dias. Foram contabilizadas as plântulas

normais aos 5 e 10 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Para a PC utilizaram-se as plântulas do teste de germinação. Foi registrada a porcentagem de plântulas normais verificadas na primeira contagem aos 5 dias da semeadura (BRASIL, 2009, adaptado).

4.5 Teste de vigor: envelhecimento acelerado (EA)

Para esta avaliação foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa e dimensão de 11 (comprimento) x 11 (largura) x 3,5 (altura) dentro das quais foram adicionados 40 mL de água, sendo estes os tratamentos T1: destilada; T2: solução não saturada (sem formação de precipitado salino), produzida a partir de 11 g de NaCl diluídas em 100mL de água, (ambiente com \pm 94% de UR, adaptado de JIANHUA; McDONALD, 1996); T3 solução saturada (com formação de precipitado salino), produzida a partir de 40 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, produzindo ambiente com \pm 76% de umidade relativa (JIANHUA; McDONALD, 1996). Acima da água, foi colocada uma tela metálica, sobre a qual foram distribuídas \pm 6 gramas de sementes de cada tratamento, em fina e única camada, a fim de cobrir a superfície da tela. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em câmara de germinação regulada a 42 °C, onde permaneceram por 24, 36 e 48 horas (MARCOS FILHO, 1999a, adaptado). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação (BRASIL, 2009). A avaliação foi realizada aos 5 dias após a semeadura e foram consideradas apenas as plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.6 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 4, com três períodos de exposição e quatro lotes, em quatro repetições. Os dados obtidos em todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidades (teste de Lilliefors) e homogeneidade (teste de Cochran), para verificação da necessidade ou não de transformação. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Assistat, versão 7.7 beta (SILVA, 2014). Os valores do teor de água das sementes não foram submetidos à análise estatística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos no trabalho mostraram que o teor de água nas sementes é diretamente influenciado pela concentração de sal nas soluções que as mesmas foram submetidas, sendo que ao aumentar-se a saturação da solução, tem-se menor teor de água nas sementes (Tabela 1).

Tabela 1. Teores médios de água antes e após o teste de envelhecimento acelerado de quinoa, em diferentes soluções.

Lote	Teor de água inicial	Solução								
		Solução água			Solução não saturada			Solução saturada		
		Período (horas)								
		24	36	48	24	36	48	24	36	48
1	11,20	29,71	32,68	26,27	21,65	20,77	20,8	13,95	14,26	14,18
2	11,08	31,05	32,11	26,28	21,01	20,13	20,27	13,74	14,19	14,07
3	10,89	33,55	32,65	28,17	18,99	18,44	20,04	14,07	14,73	13,43
4	10,95	32,98	33,21	25,47	21,39	20,29	21,8	13,63	14,38	13,92

Os maiores teores de água encontrados nas sementes foram naquelas submetidas ao teste com solução de apenas água, não havendo uma regularidade na reidratação das sementes. Para os tratamentos com a solução salina, os teores se mostraram mais uniformes e com menores variações.

A temperatura do teste foi de 42 °C e as umidades relativas esperadas nas três soluções eram de 100, 94 e 76%, respectivamente (JIAHUNA, MCDONALD, 1996). Isso demonstra que para tais condições, as sementes podem ter entrado em equilíbrio higroscópico com o ar ambiente.

Oliveira et al. (2013) observaram em sementes de girassol comportamento semelhante que corrobora com os dados encontrados neste trabalho, uma vez que maiores teores de água foram encontrados nas sementes expostas à solução não saturada. Não houve diferença estatística entre os lotes de sementes submetidos ao teste padrão de germinação e primeira contagem (PC). Portanto, ambos os testes foram incapazes de detectar diferença de vigor entre os lotes. Também, os valores de TPG e PC foram os mesmos, tendo todas as sementes viáveis germinado nos primeiros 5 dias do teste. A germinação foi de 88% para os lotes 1, 2, 4 e 82% para 3. Observou-se ainda que todos os lotes detinham germinação elevada, superiores a 80%, sendo esta a germinação mínima exigida para comercialização das sementes de algumas culturas como arroz, aveia, sorgo, soja, feijão e trigo (BRASIL, 2009).

No teste de envelhecimento acelerado houve interação entres os fatores período x lote apenas na solução água. Para as demais soluções não houve

interação entre os fatores, mas sim efeito isolado do período de exposição das sementes ao estresse (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da anova para o teste de envelhecimento acelerado de lotes de semente de quinoa em diferentes soluções salinas.

Fonte de variação	Quadrado Médio		
	Solução Água	Solução não saturada	Solução saturada
Período (P)	91,08*	183,08**	92,33**
Lote (L)	179,19**	62,75 ^{ns}	30,31 ^{ns}
(P) X (L)	165,86**	48,75 ^{ns}	12,22 ^{ns}
DMS (P)	8,52	4,78	3,58
DMS (L)	9,39	6,08	4,56
CV	6,30	6,87	5,00

*significativo ao nível de 5% ($p < 0,05$); **significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$); ns: não significativo.

Para o envelhecimento acelerado utilizando-se a solução água (tradicional) houve interação entre os fatores período e lote. Os lotes 1; 3 e 4 apresentaram decréscimo de germinação com o aumento no número de horas de exposição ao estresse, diferentemente do 2, que manteve mesma germinação. Com uso da solução água, Todos os períodos testados foram eficientes em separar os lotes por níveis de vigor. O período de 24 horas de envelhecimento acelerado com solução água indicou o 4 como o de pior vigor. No período de 36 horas, o 1 se apresentou como sendo o de menor vigor. 1 e 4 apresentaram o pior vigor no período de 48 horas (Tabela 3).

Tabela 3. Reação entre períodos e lotes no teste de envelhecimento acelerado de semente de quinoa em solução água.

Período (horas)	Lote			
	1	2	3	4
24	81 aA	80 aA	84 aA	64 bB
36	75 abB	82 aAB	81 aAB	85 aA
48	72 bB	83 aA	77 aAB	72 bB

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$).

Oliveira et al. (2014) concluíram ser eficiente o período de 48 horas para classificar sementes de pinhão manso em níveis de vigor. Da mesma forma Dias et al. (2014) disseram, para semente de pimentão, que o envelhecimento acelerado neste período é eficiente para separar os lotes em níveis de vigor.

O envelhecimento acelerado utilizando as soluções salinas apenas mostrou que o vigor varia em função do período de exposição (Tabela 4).

Tabela 4. Média da germinação das sementes de quinoa para o fator período nas soluções saturada e não saturada

Período (horas)	Germinação após EA	
	Solução não Saturada	Solução saturada
24	80 ab	80 b
36	78 b	83 ab
48	84 a	85 a
DMS	4,78	4,56

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ($p < .05$).

No período de 48 horas nenhuma das soluções foi prejudicial a perda de vigor das sementes. A exposição dos lotes ao estresse quando se utilizou as soluções salinas, tanto a saturada quanto a não saturada, pode ser feito por um período mais longo, na temperatura em que foi realizado o presente estudo (42°C) sem danos ao vigor das sementes. Entretanto, não se pode afirmar que períodos muito superiores a este não causem nenhum tipo de prejuízo as sementes. Assim, são necessários mais testes, como maiores períodos de exposição e diferentes temperaturas, a fim de se determinar qual binômio período x temperatura é mais indicado para cada solução utilizada no teste de envelhecimento acelerado.

Oliveira et al. (2014) concluíram ser eficiente o período de 48 horas para classificar sementes de pinhão manso em níveis de vigor. Da mesma forma Dias et al. (2014) observaram, para semente de pimentão, que o envelhecimento acelerado neste período é eficiente para separar os lotes em níveis de vigor.

Yagushi et al. (2014) avaliaram a eficácia do teste de envelhecimento acelerado com diferentes soluções para sementes de soja e verificaram ser viável utilizar as variações do teste para determinação do vigor das sementes.

Embora não tenha sido estabelecido, no presente estudo, resultados consistentes quanto ao uso das soluções salinas, já apresentaram resultados satisfatórios para avaliar o vigor fisiológico de outras sementes, como algodão (MENDONÇA et al., 2008), girassol (BRAZ et al., 2008), arroz (TUNES et al., 2011) e em nabo forrageiro (MORAIS et al., 2013), onde a adição do NaCl fez com que as sementes não absorvessem muita água proporcionando uma menor umidade relativa do ar quando comparado apenas com água. Desta maneira, as sementes sofreram um processo de deterioração menos acentuado, mesmo diante de uma metodologia que causa um estresse com a utilização de alta temperatura, que é o caso do teste de envelhecimento acelerado.

O envelhecimento acelerado com solução saturada teve ao final um menor teor de água, indicando que não ocorreu o estresse pretendido, consequentemente

a avaliação do vigor ficou comprometida, devido as sementes apresentarem maior germinação na fase final do teste.

6. CONCLUSÕES

O uso de soluções salinas proporcionam menores teores de água nas sementes de quinoa;

O teste tradicional de envelhecimento acelerado, com uso de água destilada como solução, separou os lotes de sementes pelo vigor.

O uso das soluções salinas, no teste de envelhecimento acelerado, não foi eficaz na separação dos lotes de sementes pelo vigor.

O tempo e a temperatura de exposição podem ser maiores, buscando encontrar valores mais significativos no teste. Recomenda-se para, pesquisas futuras, que a condição de exposição das sementes de quinoa ao teste de envelhecimento acelerado seja mais abrangente.

7. REFERÊNCIAS

- AOSA - ASSOCIATION OF OFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Handbook on Seed Testing. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- AKIBA, F.; CARMO, M. G. F. do; RIBEIRO, R. de L. As doenças infecciosas das lavouras dentro de uma visão agroecológica. **Ação Ambiental**, Viçosa, n. 5, p. 30-33, 1999.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Equipe técnica de sementes e mudas**. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 398 p. , 2009.
- BRAZ, M.R.S.; BARROS, C.S.; CASTRO, F.P.; ROSSETTO, C.A.V. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1857-1863, 2008.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V. **Qualidade das sementes**; Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57372/1/Circ-19-Qualidade-sementes.pdf>.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Campinas: FUNEP, 2000. 588p.
- DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; TOKUHISA, D.; HILST, P. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 154-162, 2006.
- DIAS, M. A. N.; MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Recent approaches for bell pepper seed vigor testing. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 4, p. 483-487, 2014.
- DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Oficina regional para América Latina y el Caribe. **La quinua: cultivo milenário para contribuir a la seguridad alimentaria mundial**, Bolívia, 58p. , 2011.
- FAO Draft genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. 2013.
- HAMPTON, J.G. What is seed quality? *Seed Science and Technology*, v.30, p.1-10, 2002.
- HANCCO, J.M.L.: **Cultivo de la quinua en puno-perú descripción, manejo y producción**. Puno, Peru, 2003.

ISTA Vigour Test Committee. Understanding Seed Vigour. Published by the **International Seed Testing Association**. Zurich, CH-Switzerland: ISTA, p.3. 1995. Acesso em 26 de outubro de 2015.

ISTA. INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING, **International Seed Testing Association**, Zurich: ISTA, 2006. 303 p.

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

LOPES, R.R.; FRANKE, L.B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1 p. 123-130, 2010.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, 1999. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. IN. NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2009. p. 185-246.

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

MENDONÇA, E. A. F.; AZEVEDO, S.C.; GUIMARÃES, S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 1-9, 2008.

MORAIS, C. S. B; ROSSETO, 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

MOSCON, E. S. **Cinética de secagem e propriedades físicas de quinoa e amaranto e qualidade de sementes de quinoa**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 87p. Dissertação de Mestrado. 2015, 87p. Dissertação de Mestrado.

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. 4-1-4-26.

OLIVEIRA, F. N; TORRES, S.B; VIEIRA, F. E. R; BENTO, S. R. S. O; PAIVA, E. P. Testes de vigor baseados na tolerância a estresses em sementes de girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 78-84, 2013.

OLIVEIRA, G. L.; DIAS, L. A. S.; DIAS, D. C. F. S.; SOARES, M. M.; SILVA, L. J. Accelerated ageing test to evaluate vigour in *Jatropha curcas* L. seeds. **Revista de Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 120-127, 2014.

PEREIRA, F. E. C. B.; TORRES, S. B.; SILVA, M. I. L.; GRANGEIRO, L. C.; BENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; LABBÉ-BAUDET, F. Secagem de sementes de hortaliças. IN. NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2009. P. 137-154.

SANTOS, R. L. B. **Estudos iniciais para o cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) nos cerrados**. 1996. 135f. (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

SILVA, V. N.; ZAMBIASI, C. A.; TILLMANN, M. A.; MENEZES, N. L.; VILELLA, F. A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 37, n. 2, p. 206-213, 2014.

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L. M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 60-67, 2009.

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. ; 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.; SANTOS, R. L. B. Quinoa: Alternativa na cobertura do solo e na produção de grãos. **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. **Comunicação científica. Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 145-147, 2011.

TILLMANN, M. A. A.; MELLO, V. D. C.; ROTA, G. R. M. Análise de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e Tecnológicos**. Pelotas, 2003. p. 138-223.

TORRES, S. B.; MEDEIROS, M. A.; TOSTA, M. S.; COSTA, G. M. M. Teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 70-77, 2009.

TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 58-70, 2010.

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

VIDIGAL, D. S.; LIMA, J. S.; BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 168-174, 2008.

YAGUSHI, J. T.; COSTA, D. S ; NETO, J. B. F. 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.