

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CÁCERES JANE VANINI
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS – FACAB
CURSO DE AGRONOMIA

BEATRIZ FERNANDA SILVA LIMA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GERGELIM
EM FUNÇÃO DO EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO EM
DIFERENTES SAIS

CÁCERES – MT
2016

BEATRIZ FERNANDA SILVA LIMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GERGELIM EM
FUNÇÃO DO EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO EM DIFERENTES SAIS**

Monografia apresentada como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheira Agrônoma a Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus de Cáceres.

Orientadora

Prof^a. Dra. Tanismare Tatiana de Almeida

Coorientador

Prof. Dr. Eder Pedroza Isquierdo

**CÁCERES – MT
2016**

BEATRIZ FERNANDA SILVA LIMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GERGELIM EM FUNÇÃO DO
EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO EM DIFERENTES SAIS**

Esta monografia foi julgada e aprovada como requisito para obtenção do Diploma de Engenheira Agrônoma no Curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

Cáceres, 05 de Setembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Andréa dos Santos Oliveira – (UNEMAT)

Prof. Dr. Eder Pedroza Isquierdo/Coorientador – (UNEMAT)

Prof^a. Dra. Tanismare Tatiana de Almeida – (UNEMAT)
Orientadora

A Deus, por ser a base e o princípio de tudo em minha vida.
A minha família, por terem sido fundamental na conclusão desde curso.
Aos meus professores por toda atenção que me proporcionaram.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me concedido saúde e discernimento durante o curso.

A minha mãe Maria e meu pai José pelo apoio, amor, carinho e dedicação que recebo todos os dias. Ao meu irmão Paulo, que acredita em mim mesmo em momentos que penso em desistir, você é fundamental em minha vida e um dos responsáveis por esta conquista. Agradeço também a toda minha família que não mediram esforços pra me auxiliar desde o momento que ingressei no curso.

Aos meus amigos (as) Gustavo, Juliane, Ana Carla, Jefferson, Poliana e Edivaldo por tudo que fizeram por mim durante estes cinco anos, a amizade de vocês, sem dúvidas, tornou minha caminhada mais leve e feliz.

A minha orientadora Tanismare Tatiana de Almeida e coorientador Eder Pedroza Isquierdo pela atenção e paciência dedicada durante a execução deste projeto.

“O amor de Deus dá sentido à vida”

Salmo 63 (62)

RESUMO

O gergelim, pertencente à família Pedaliaceae, de distribuição tropical e subtropical, é resistente à seca e possui ampla adaptabilidade em condições adversas de clima e solo. O teor de água em sementes de gergelim é um fator importante quando se pretende armazenar, ou até mesmo, para o estabelecimento da cultura, sendo este um dos responsáveis pela qualidade fisiológica das sementes e por seu processo de deterioração. O osmocondicionamento é uma técnica de embebição controlada das sementes, que visa obter uma germinação mais rápida e homogênea, conhecida também como priming. Agentes osmóticos inorgânicos como o NaCl, KCl e KI, e orgânicos como polietilenoglicol (PEG), manitol e sacarose, são utilizados para aumentar a concentração da solução, diminuindo desta forma, o potencial hídrico da mesma. Para uma produtividade satisfatória, é fundamental optar por sementes de alta qualidade, avaliadas através do potencial fisiológico. São vários os testes que podem ser usados para determinar essa qualidade, dentre eles o de germinação, tetrazólio, condutividade elétrica e raios-X. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de gergelim após seu equilíbrio higroscópico em diferentes condições de umidades relativas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Agronomia da UNEMAT, Cáceres-MT e no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. Foram utilizadas sementes de gergelim do cultivar BRS Seda, cedidas pela Embrapa Algodão. As sementes com umidade inicial de 5,19% foram submetidas a condições de diferentes umidades relativas, até obter o equilíbrio higroscópico através dos sais Acetato de Potássio, Iodeto de Potássio, Cloreto de Sódio e Cloreto de Potássio. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas, a germinação foi conduzida em 4 repetições de 50 sementes por tratamento, nas demais avaliações nos testes de condutividade elétrica, tetrazólio e raios-X foram conduzidos com 4 repetições de 25 sementes por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, onde as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%. Pode-se observar que não houve diferenças na germinação para os tratamentos propostos. As sementes de gergelim precisam de um teor de água em torno de 6%, para garantir menores índices de dormência. Os resultados de condutividade elétrica não apresentaram diferença estatística. As umidades 3,49%; 7,75% e 19,37% favorecem a viabilidade das sementes de gergelim.

Palavras-chave: *Sesamum indicum*. Teor de água. Osmocondicionamento.

SUMÁRIO

ARTIGO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4 CONCLUSÃO.....	17
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GERGELIM EM FUNÇÃO DO EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO EM DIFERENTES SAIS

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Versão preliminar

Resumo: Gergelim, pertencente à família Pedaliaceae, de distribuição tropical e subtropical, é resistente à seca e possui ampla adaptabilidade em condições adversas de clima e solo. O teor de água em sementes é um fator importante quando se pretende armazenar, ou até mesmo, para o estabelecimento da cultura, sendo este um dos responsáveis pela qualidade fisiológica das sementes e por seu processo de deterioração. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de gergelim após seu equilíbrio higroscópico em diferentes condições de umidades relativas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Agronomia da UNEMAT, Cáceres-MT e no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. Utilizou-se sementes de gergelim da cultivar BRS Seda com umidade inicial de 5,19%, onde para alcançar o equilíbrio higroscópico foram utilizados os sais Acetato de Potássio, Iodeto de Potássio, Cloreto de Sódio e Cloreto de Potássio. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas, a germinação foi conduzida em 4 repetições de 50 sementes por tratamento, nas demais avaliações nos testes de condutividade elétrica, tetrazólio e raios-X foram conduzidos com 4 repetições de 25 sementes por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, onde as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%. Pode-se observar que não houve diferenças na germinação para os tratamentos propostos. As umidades 3,49%; 7,75% e 19,37% favorecem a viabilidade das sementes de gergelim.

Palavras-chave: *Sesamum indicum*. Teor de água. Osmocondicionamento.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SESAME SEEDS IN FUNCTION OF BALANCE IN DIFFERENT HYGROSCOPIC SALTS

Sesame belonging to Pedaliaceae family of tropical and subtropical distribution, is drought resistant and has wide adaptability in harsh conditions of climate and soil. The water content in seeds is an important factor when you want to store, or even, for the establishment of culture, being one of those responsible for seed quality and its deterioration process. Thus, this study aimed to evaluate the physiological quality of sesame seeds after their equilibrium moisture under different conditions of relative humidities. The work was developed at the Crop Science Laboratory of the Department of Agronomy UNEMAT, Cáceres-MT and Seed Central Laboratory of the Federal University of Lavras, Lavras-MG. It was used sesame seeds BRS silk with initial moisture content of 5.19%, where the hygroscopic equilibrium to achieve were utilized Potassium Acetate salts, Potassium Iodide, Sodium Chloride and Potassium Chloride. The seed water content was determined by the method of the oven at 105 °C for 24 hours, germination was conducted in four replicates of 50 seeds per treatment, in other evaluations in electrical conductivity, tetrazolium and X-rays were conducted with 4 replications of 25 seeds per treatment. The design was completely randomized with five treatments, where the averages were compared by the Scott-Knott test at 5%. It can be seen that there were no differences in the treatments for germination. Units 3.49%; 7.75% and 19.37% favors the viability of the sesame seeds.

Key words: *Sesamum indicum*. Water content. Osmopriming.

1 Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), pertencente à família Pedaliaceae, é a mais antiga oleaginosa conhecida. Essa espécie, de distribuição tropical e subtropical, é resistente à seca e possui ampla adaptabilidade em condições adversas de clima e solo, além de ser uma opção de renda para os pequenos e médios produtores, exercendo assim, apreciável função social (Lago *et al.*, 2001).

As sementes dessa espécie contêm óleo de excelente qualidade, o que amplia as possibilidades econômicas da utilização do gergelim. Com o recente incentivo do governo Federal, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, as oleaginosas surgem como fonte de energia renovável com a finalidade de preservação do meio ambiente (Mesquita *et al.*, 2013). Para garantir o aumento da produtividade agrícola, um dos aspectos a serem considerados é o uso de sementes de alta qualidade, que podem ser avaliadas por meio do seu potencial fisiológico.

O teor de água em sementes de gergelim é um fator importante quando se pretende armazenar, ou até mesmo, para o estabelecimento da cultura, sendo este um dos responsáveis pela qualidade fisiológica das sementes e por seu processo de deterioração.

As sementes, de modo geral, possuem capacidade de perder ou ganhar água, em razão da umidade relativa do ar, ou seja, quantidade de vapor d'água do ar que a circunda, a uma determinada temperatura. Com isso, o equilíbrio higroscópico ocorre sempre que a umidade dos grãos e/ou sementes fica em equilíbrio com a umidade relativa do ar a uma mesma temperatura, e esse equilíbrio é uma característica importante para o armazenamento (Bordignon, 2009).

O osmocondicionamento é uma técnica de embebição controlada das sementes, que visa obter uma germinação mais rápida e homogênea, mesmo sob estresse, conhecida também como *priming*. Agentes osmóticos inorgânicos como o NaCl, KCl e KI, e orgânicos como polietilenoglicol (PEG), manitol e sacarose, são utilizados para aumentar a concentração da solução, diminuindo desta forma, o potencial hídrico da mesma (Kissmann *et al.*, 2010).

O uso de sais para proporcionar as sementes à umidade ideal se torna uma alternativa de baixo custo aos pequenos produtores e que reflete diretamente no estabelecimento da cultura, proporcionando uniformidade de população, alto vigor das plantas, redução na incidência de doenças transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade (Bittencourt *et al.*, 1995).

Entretanto, muitos são os fatores que determinam esse sucesso, como a qualidade inicial das sementes, a temperatura, o potencial osmótico da solução e o agente osmótico utilizado (Pereira *et al.* 2008).

Dentre os testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes, a germinação é o método tradicionalmente empregado para determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes. Por ser conduzido em condições ideais, pode não refletir essa qualidade no campo, por isso, há necessidade de outros testes para determinar a qualidade dessas sementes (Kulczynski *et al.* 2014).

De acordo com Kulczynski *et al.* (2014), o teste de condutividade elétrica apresenta algumas vantagens, entre elas o baixo custo e a rapidez na obtenção dos resultados. Esse teste baseia-se na integridade da membrana das sementes, que é o que determina seu vigor, desta forma quanto maior a quantidade de lixiviados na água de embebição, maior será a degradação das membranas e menor será o vigor da semente.

Outra metodologia utilizada para avaliação rápida da qualidade das sementes é o teste de tetrazólio, no qual os resultados podem ser obtidos em menos de 24h. Esse teste fundamenta-se na alteração da coloração dos tecidos da semente na presença de uma solução de sal de tetrazólio. A coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção da respiração a nível celular. Tecidos mortos não reagem e conseqüentemente não são coloridos (França Neto, *et al.*, 1998).

A avaliação da qualidade de sementes por meio da utilização do teste de raios X, recomendado pela Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA, 2008), vem se destacando como uma tecnologia promissora na análise de sementes, por ser um método não destrutivo e de rápida avaliação da qualidade de um lote de sementes, trazendo benefícios em diferentes etapas da produção e utilização das sementes. Essa técnica possibilita detectar danos internos e externos em sementes, e visualizar a posição, forma e deformações que ocorrem com o eixo embrionário das sementes. (Carvalho *et al.*, 1999; Menezes *et al.*, 2005).

Tendo por base as diversas finalidades do uso das sementes de gergelim, atendendo desde a indústria de panificação até a de produção de biodiesel, viu-se a necessidade de expandir conhecimento a respeito desta oleaginosa rica em óleo e proteínas que está em constante desenvolvimento no Brasil. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de gergelim após seu equilíbrio higroscópico em diferentes condições de umidades relativas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Agronomia da UNEMAT, Cáceres-MT e no Laboratório Central de Sementes na Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. Foram utilizadas sementes de gergelim do cultivar BRS Seda, cedidas pela Embrapa Algodão.

As sementes com umidade inicial de 5,19% foram submetidas a condições de diferentes umidades relativas, até obter o equilíbrio higroscópico. Para garantir a umidade relativa desejada, foi adicionado 100 gramas de sal dentro de potes de vidro com capacidade de 500 ml, e umedecido com água destilada, até obter uma solução salina saturada capaz de controlar a umidade relativa em seu interior, e um vidro contendo somente água.

As sementes foram devidamente pesadas e colocadas em pacotes permeáveis e inseridas dentro do vidro, sem entrar em contato com a solução salina saturada, posteriormente o pote foi tampado e acondicionadas em BOD a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. Para o controle da umidade, foram realizadas pesagens, duas vezes ao dia, até que fosse obtido o peso constante das sementes. Após o equilíbrio higroscópico das sementes, foram obtidos os teores de água conforme tabela 1.

Tabela 1 – Teores de água das sementes de gergelim após equilíbrio higroscópico em temperatura constante de 25°C.

Tratamento	Umidade
Água	19,37%
Testemunha	5,19%
Acetato de Potássio (23% UR)	3,49%
Iodeto de Potássio (68% UR) e Cloreto de Sódio (75% UR)	6,33%
Iodeto de Potássio, Cloreto de Sódio e Cloreto de Potássio (85% UR)	7,75%

Vale ressaltar que as sementes foram ganhando água gradativamente, onde as sementes com umidade inicial de 5,19% passaram num primeiro momento pelo Iodeto de Potássio, até atingir o equilíbrio higroscópico, em seguida passou pelo Cloreto de Sódio, onde chegou a 6,33% de teor de água. No outro tratamento, as sementes com 6,33% de água foram submetidas ao sal Cloreto de Potássio, onde atingiu o teor de água de 7,75%. Outro fato importante é que a temperatura influência diretamente na umidade que o sal vai proporcionar as sementes, sendo que neste caso a temperatura utilizada foi de 25 °C.

Após obtenção das umidades, foram realizados testes para a avaliação da qualidade destas sementes, sendo estes: germinação, condutividade elétrica, tetrazólio e raios-X. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, onde as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%.

Teor de água das sementes: Foram utilizadas duas repetições de aproximadamente 2,0 gramas de sementes e determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes.

Teste de Germinação: Conduzido em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas em caixas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, mantidas em BOD a 25 °C e fotoperíodo de doze horas. As avaliações foram realizadas no terceiro e no sexto dia após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para análise de sementes (Brasil, 2009).

Condutividade elétrica: As avaliações foram conduzidas com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, previamente contadas e pesadas (precisão de 0,0001g), imersas em 75 ml de água destilada, na temperatura de 25 °C por um período de 2 horas conforme descrito por Kulcznski *et al.* (2014) . Decorrido este período, a condutividade da solução foi determinada com o uso de um condutivímetro modelo ADAMO, com os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes.

Teste de Raios-X: Foram radiografadas 100 sementes de Gergelim, sendo 4 repetição de 25 sementes por tratamento. O equipamento utilizado foi o Faxitron HP, com ajuste automático do tempo de exposição e intensidade de radiação. Para o posicionamento adequado das sementes durante a exposição aos Raios X foi utilizada fita dupla face transparente aderida sobre uma placa de acrílico, onde cada semente foi posicionada sobre a fita. Em seguida foi avaliado se houve dano na semente.

Teste de Tetrazólio: Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Inicialmente as sementes foram pré-condicionadas em papel mata-borrão umedecido com 2,5 vezes o peso do papel. Posteriormente foi realizado corte das sementes na região distal ao eixo embrionário e corte longitudinal no maior sentido, e apenas uma metade da semente foi utilizada. Em seguida, as sementes foram submersas em sal de tetrazólio a 0,5% por três horas e mantida em BOD a 30°C (JESUS, *et al.*, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelos testes de germinação, tetrazólio, condutividade elétrica e teor de água estão descritos na Tabela 2.

Pode-se observar que não houve diferenças significativas nos valores de germinação para os tratamentos propostos, constatando, assim, que as sementes de gergelim toleram tanto a secagem quanto o aumento gradativo do seu teor de água. Vale ressaltar que a utilização de sais promove uma umidade relativa no interior do recipiente e as sementes perdem ou ganham água em função da sua umidade inicial e do equilíbrio higroscópico.

Sementes consideradas ortodoxas toleram dessecação a baixos teores de água, o que pode ser observado quando as sementes de gergelim com umidade inicial de 5,19% foram secadas até a umidade de 3,49%. Conforme Villela (2009), a longevidade das sementes ortodoxas pode ser acentuadamente prolongada pela secagem até teores de água de 5 a 8% e acondicionadas em embalagens impermeáveis.

Tabela 2. Resultados médios de teor de água (TA), germinação (G), sementes dormentes (SD), Teste de Tetrazólio (TZ) e condutividade elétrica (CE).

Tratamentos	TA	G	SD	TZ	CE
		%		%	μS
Testemunha	5,19	58 A	57 A	32 B	75,44 A
Acetato de Potássio	3,49	57 A	39 A	61 A	81,35 A
Cloreto de Sódio	6,33	65 A	26 B	39 B	80,60 A
Cloreto de Potássio	7,75	59 A	26 B	55 A	84,41 A
Água	19,37	53 A	18 B	58 A	84,29 A
CV (%)		9,28	39,04	24,87	10,10

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao final do teste de germinação, as sementes não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio para verificação da dormência. Pode-se observar que as sementes secadas em Acetato de Potássio (UR 23%) e a testemunha tiveram a maior porcentagem de sementes dormentes (Figura 1).

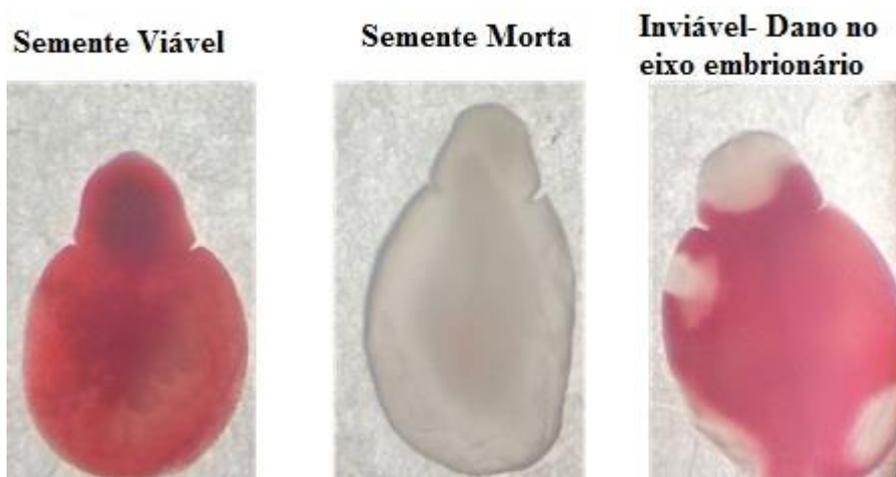


Figura 1. Sementes de gergelim viável, inviável e morta avaliadas pelo teste de tetrazólio.

Obter informação referente à umidade ideal das sementes de gergelim é importante quando se tem por finalidade o armazenamento, no entanto, deve ser considerados alguns fatores que interferem diretamente na qualidade dessas sementes, como a embalagem, a temperatura e a umidade relativa do ar durante o período de armazenamento, que de acordo com Queiroga *et al.*(2016), o teor de água de 4% mantém a viabilidade das sementes de gergelim por até dois anos, quando são armazenadas em recipientes herméticos, e mantida em temperatura de 21 °C.

Os valores obtidos no teste de condutividade elétrica para as sementes com diferentes teores de água não diferiram entre si (Tabela 2), demonstrando que mesmo sementes com umidade inferior a 5% a quantidade de lixiviados foi semelhante aquelas com umidade de 19,37%, inferindo que o sistema de membrana não foi prejudicado com baixa umidade. O fato da semente ganhar ou perder água gradativamente, garantiu que a integridade de sua membrana fosse preservada.

De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), quando as sementes ganham água, adquirem a capacidade de regeneração de suas membranas reparando os danos químicos, físicos e biológicos que possam tê-la afetado, influenciando diretamente a quantidade de lixiviados liberados para o meio externo, ou seja, quanto mais rápida e bem sucedida for a regeneração das membranas quando submetidas ao processo de absorção de água, menor será a perda de lixiviados da semente para o meio externo, mantendo assim um maior vigor das sementes.

De acordo com Panobianco *et al.* (1999) a características genéticas da semente, como a espessura e o teor de lignina do tegumento pode garantir maior integridade ao sistema de membranas, variando de uma cultivar para outra.

O teste de raios-X proporcionou imagens onde não foi possível observar danos nas sementes de gergelim em decorrência do osmocondicionamento em diferentes sais, de modo que apenas foi possível visualizar a presença do embrião (Figura 2).



Figura 2. Imagem de raios-X dos tratamentos Acetato de Potássio (3,49%), Testemunha (5,19%), Cloreto de Sódio (6,33%), Cloreto de Potássio (7,75%) e Água (19,37%).

As sementes com teores de água mais elevados proporcionaram sementes com maior índice de viabilidade, com exceção as sementes submetidas ao Acetado de Potássio (3,49%), que mesmo diminuindo seu teor de água, garantiu índices satisfatórios de viabilidade, de acordo com o teste de tetrazólio.

4 CONCLUSÃO

1. As umidades 3,49%, 7,75% e 19,37% favorecem a viabilidade das sementes de gergelim.
2. As sementes com menor umidade 3,49% e 5,19% tiveram a maior porcentagem de sementes dormentes ao final do teste de germinação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; BARRETO, M.; VOLPE, C. A. Comparação de dois tipos de germinadores como câmaras de envelhecimento acelerado. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v. 17, p. 160-164, 1995.

BORDIGNON, B. C. S. Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CARVALHO, M. L. M.; VAN AELST, A. C.; VAN ECK, J. W.; HOEKSTRA, F. A. Pre-harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. *Seed Science Research*, v.9, n.3, p.227-236, 1999.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

ISTA – International Seed Testing Association. International rules for seed testing – X-ray test. ed.2008. Bassersdorf, 2008. cap.14, p.14.1-14.3.

JESUS, L. L.; NERY, M. C.; ROCHA, A. S.; MELO, S. G. F.; CRUZ, S. M.; DIAS, D. C. F. S. Teste de tetrazólio para sementes de *Sesamum indicum*. *Revista de Ciências Agrárias*, 2015, 38(3): 422-428.

KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. Osmocondicionadas. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 2 p. 026-035, 2010.

KULCZYNSKI, S. M.; MACHADO, E. C.; BELLÉ, C.; SANGIOGO, M.; KUHN, P. R.; SORATTO, R. P. Teste de Condutividade Elétrica para Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Gergelim (*Sesamum indicum* L.). *Revista Agrarian*. Dourados, v.7, n.23, p.72-81, 2014.

LAGO, A. A. ; CAMARGO, O. B. A.; SAVY FILHO, A.; MAEDA, J. A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 363-369, fev. 2001.

MENEZES, N. L.; CÍCERO, S. C.; VILLELA, F. A. Identificação de fissuras em sementes de arroz após a secagem artificial, por meio de raios-X. *Revista Ciência Rural*, 2005, v.35, n.5, p.1194-1196.

Mesquita, J.B.R.; Azevedo, B.M.; Campelo, A.R.; Fernandes, C.N.V. e Viana, T.V.A. Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação. *Irriga*, 2013, vol.18, n.2, p. 364-375.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. *Seed Science and Technology*, v.27, n.3, p.945-949, 1999.

PEREIRA, M. D., DIAS, D. C. F. S., DIAS, L. A. S. & ARAUJO, E. F. 2008. Germination and vigor of carrot seeds primed in moistened paper and aerated solution. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2): 137-145.

QUEIROGA, V.P.; FIRMINO, P.T.; ARAÚJO, A.E.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARRIEL, N.H. Pós-colheita. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica- 2016. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/gergelim/arvore/CONT000gnkbmda402wx5ok0edacxle4gyu16.html>>. Acesso em 27 de Junho de 2016.

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

VILLELA, F.A. O potencial de armazenamento de cada semente *Seed News*, 2009. Disponível em: <http://seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=31>. Acesso em 22 de Agosto de 2016.