



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

ARTHUR RODRIGUES MARQUES

METODOLOGIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA
SEMENTES DE SORGO GRANIFERO

FORTALEZA

2017

ARTHUR RODRIGUES MARQUES

METODOLOGIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA
SEMENTES DE SORGO GRANIFERO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M315m Marques, Arthur Rodrigues.
Metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de sorgo granífero / Arthur Rodrigues
Marques. – 2017.
31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra.

1. Sorghum bicolor. 2. Germinação. 3. Vigor. 4. Sorgo. I. Título.

CDD 630

ARTHUR RODRIGUES MARQUES

METODOLOGIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA SEMENTES DE
SORGO GRANIFERO

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do Título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr. MSc. Charles Lobo Pinheiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ao Arquiteto.

Aos meus pais, Marcos André Marques Naves
e Valéria Rodrigues Gomes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. Alek Sandro Dutra pela excelente orientação.

Ao Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho e o Eng. Agr. M.Sc. Charles Lobo Pinheiro pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“Se queres provar-nos que és competente em agricultura, não o proves semeando urtigas”
(Georg Lichtenberg)

RESUMO

A condutividade elétrica da solução de embebição de sementes é um procedimento recomendado para avaliar o vigor de sementes, porém, pode ser influenciada por muitas variáveis que dificultam sua padronização, assim como tem sido verificado para cultura do sorgo. O estudo tem como objetivo avaliar o efeito da temperatura, volume de água e de tempo de embebição na padronização do teste de condutividade elétrica para sementes de sorgo granífero. A condutividade elétrica (CE) da água de embebição foi medida usando um condutivímetro, e o processo de embebição se deu através da imersão das sementes em recipientes plásticos, preenchidos com 25 e 50 ml de água destilada e acondicionados em câmaras de BOD com temperatura ajustada em 20, 25 e 30°C sendo realizadas as avaliações da CE nos seguintes tempos de embebição: 2, 4, 8, 16, 20 e 24. O experimento foi planejado em um esquema parcelas sub-sub-divididas de 3x6x2, com cinco repetições de 50 sementes por amostra. Os resultados evidenciaram que o aumento do tempo e da temperatura causou um aumento nos valores de CE. A temperatura afetou significativamente os valores de condutividade elétrica e os melhores resultados foram obtidos a 25 e 30°C. As sementes embebidas em 25mL apresentaram maiores valores de condutividade elétrica independente da temperatura para todos os períodos de tempo. Concluiu-se que a temperatura de 25 e 30°C por 20 e 24 horas no volume de 25mL foram as combinações ideais para o teste de condutividade elétrica em sementes de sorgo granífero.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*. germinação. vigor.

ABSTRACT

The electrical conductivity of the seed imbibition solution is a recommended for evaluating seed vigor, but it can be influenced by a number of variables that make it difficult to standardize, as it has been verified for sorghum culture. The objective of this study was to evaluate the effect of temperature, water volume and imbibition time on standardization of the electric conduction test for sorghum seeds. The immersion process was carried out by immersing the seeds in plastic containers, filled with 25 and 50 ml of distilled water and placed in BOD chambers with a temperature set in 20, 25 and 30 ° C being performed as a review of the EC in the following imbibition times: 2, 4, 8, 16, 20 and 24. The experiment was designed in a 3x6x2 sub-sub-division compartment scheme with five replications of 50 seeds per sample. The results showed that the increase in time and temperature caused an increase in EC values. A temperature affected by the electrical conductivity systems and the best results were obtained at 25 and 30 ° C. As seeds imbibed in 25 mL showed higher values of electrical conductivity independent of temperature for all time periods. It was concluded with a temperature of 25 and 30 ° C for 20 and 24 hours without volume of 25mL as ideal combinations for the electric conduction test in seeds of sorghum.

Keywords: Sorghum bicolor. germination. vigour.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Viabilidade das sementes e características das sementes das cultivares de sorgo analisadas..... 23
- Tabela 2 – Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes da cultivar EA03 em distinta temperatura, tempo de embebição e volume da solução..... 23
- Tabela 3 – Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes da cultivar EA955 em distinta temperatura, tempo de embebição e volume da solução..... 24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOSA	Association of Official Seed Analyst.
ABRANTES	Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes.
CE	Condutividade Elétrica.
BOD	Demanda Bioquímica de Oxigênio
RAS	Regras para Análise de Sementes
IVG	Índice de Velocidade de Germinação

LISTA DE SÍMBOLOS

μS	micro Siemens
%	Porcentagem
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. Sorgo.....	16
2.2. Teste de germinação.....	17
2.3. Teste de condutividade elétrica	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Local do estudo	20
3.2 Dados.....	20
3.2.1 Teor de água.....	20
3.2.2 Peso de Mil Sementes.....	20
3.2.3 Percentual de Germinação.....	20
3.2.4 Percentual de Emergência.....	20
3.2.5 Índice de velocidade de Germinação.....	21
3.2.6 Condutividade Elétrica.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é uma espécie C4 de clima quente, a qual apresenta uma característica xerófila juntamente com um mecanismo de eficiência de tolerância à seca e com alto potencial fotossintético. Além disso apresenta grande diversidade genética, possibilitando sua utilização para a produção de grãos, fibra, forragem, produção de açúcar e biocombustível, porém é usualmente cultivada para produção de grãos, em que o rank mundial do quinto cereal mais produzido (Asgharipour; Heidari, 2011). No entanto, sua semeadura se dar em condições adversas que muitas vezes limitam a germinação, a emergência e o crescimento de plântulas (Mutava et al., 2011), principalmente, em áreas semeadas com sementes de baixo vigor.

O vigor de sementes é crucial para a produção de sementes e tem como vantagem a determinação através de testes rápidos e práticos utilizados para estimar a performance da cultura em condições de campo. Por essa razão, diversos testes de vigor como o de envelhecimento acelerado, controle de deterioração, teste de frio tem sido desenvolvido para determinar o desempenho dos lotes de sementes. O teste de condutividade elétrica é um teste que tem sido sugerido como um método de avaliar o vigor das sementes de ervilha e soja (Hampton and TeKrony, 1995), enquanto isso, esse teste também pode ser utilizado para analisar o desempenho de diversas culturas nos laboratórios de sementes devido a sua simplicidade, rapidez e pelo potencial de implementação desse teste (Panobianco1 et al., 2007; Milosevic et al., 2010).

O teste de CE se propõe indiretamente em avaliar o grau de injúria na membrana celular como também a deterioração das sementes. Sementes com baixa viabilidade tentem a ter uma grande quantidade de eletrólitos lixiviados e como consequência uma baixa estabilidade na membrana celular (Vieira et al., 1999).

Apesar de suas vantagens o teste de condutividade elétrica esbarra em uma grande dificuldade na determinação de parâmetros para todas as culturas com potencial agrícola. Isto se deve ao fato de que cada espécie possui uma característica única e inerente ao seu material genético, sendo importante o desenvolvimento de diversos estudos para a determinação desses parâmetros específicos para cada cultura.

Baseado em parâmetros realizados para outras espécies, a pesquisa se apoiou na hipótese de que é possível determinar um binômio que atingisse valores estatisticamente similares aos valores padrões determinados. Sendo assim, obtendo um binômio específico para a cultura do sorgo com finalidade pré-determinadas. Entretanto, existe poucas pesquisas que determina uma

metodologia específica e valores para a análise da condutividade elétrica em suas sementes, por esse motivo existe uma redução em sua parcela de confiabilidade na utilização para determinadas atividades agrícolas, pois não são encontrados dados que transmitam a confiabilidade.

O trabalho tem como objetivo estudar os procedimentos do teste de condutividade elétrica para sementes de sorgo, visando o estabelecimento de metodologia específica para condução desse teste.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sorgo

Para Faturi et al., (2003) e Restle et al., (2001), os grãos de sorgo são uma alternativa muito viável para a alimentação animal, pois utilizado como suplementação na pastagem apresentou um aumento no ganho de peso diário; entretanto, não foi observado efeito sobre as características da carcaça.

Além disso, alguns cultivares de sorgo apresentam aptidão para produção de energia com níveis satisfatórios de produção de massa fresca e calda com altos índices de açúcares fermentáveis (May et al., 2012), que de acordo com Fazaeli et al., (2006), representa uma importante alternativa para promover o desenvolvimento da produção agrícola mundial. Segundo Almodares e Mostafafi (2006), o sorgo com finalidade para açúcar como o para grãos produz grãos entre 3 – 7 t/ha, mas a essência do sorgo sacarino não está em suas sementes e sim no colmo, o qual contém uma grande quantidade de açúcares (Almodares et al., 2008c). O sorgo sacarino é a planta mais adequada para a produção de biocombustíveis do que outras culturas sob condições climáticas quentes e secas. Além disso, o possível uso do bagaço como subproduto do sorgo sacarino inclui: queima para fornecer energia térmica, fabricação de papel ou cartão de fibra, silagem para alimentação animal ou fibra para produção de etanol. Porém, uma vez que o sorgo sacarino é encontrado em uma fase relativamente precoce do seu desenvolvimento é observado uma queda na qualidade dos subprodutos (Almodares e Mostafafi.; 2006)

Para Borges et al., (1997) e Bernardino et al., (1997), foi observado que as cultivares de sorgo com finalidade forrageira representa uma boa matéria prima para produção de ensilagem de qualidade, a qual pode se obter quantidades de matéria seca variante entre 20% a 35%. Segundo Almodares e Hadi., (2009), sorgo forrageiro pode produzir tanto e, em alguns casos, mais matéria seca do que o milho quando cultivado com a mesma quantidade de água. Quando se compara o milho com o sorgo forrageiro, é observado que o sorgo tem vantagem em ser mais barato de se produzir, possui rendimentos comparáveis, mas tem uma qualidade forrageira ligeiramente inferior para a silagem. Segundo Geatachew et al., (2016), para a produção de forragem, o sorgo utiliza cerca de 30% a menos de água do que o milho e também possui uma menor exigência de adubos nitrogenados. O sorgo forrageiro foi semelhante aos do tipo de grãos, entretanto obtiveram maior qualidade de forragem. A forragem de milho colhida para ensilagem é tipicamente processada para melhorar a fermentação durante a ensilagem, bem

como a fermentação no rúmen quando alimentada. Porém, devido ao pequeno tamanho de sementes de sorgo é necessário que as sementes sofram um processo físico para facilitar a digestão dos ruminantes, e não houve informação na literatura sobre processamento de grãos de sorgo em forragem utilizada para silagem. O maior teor de proteína bruta (PB) e a digestibilidade aparente de matéria seca serão normalmente obtidos por colheita no estágio de crescimento vegetativo, enquanto que o rendimento de matéria seca aumentará à medida que a planta amadurece.

2.2. Teste de germinação

Os testes de germinação são um dos testes para a determinação do nível de qualidade de sementes (Brasil, 2009), o qual é conduzido sobre temperatura e substrato ideal para cada cultura. Segundo Campos e Tillmann (1997), foi observado que é possível reduzir os períodos de avaliação dos testes de germinação para algumas espécies, sendo essa afirmação útil para alguns programas de controle de qualidade, pois permite uma rápida tomada de decisão sobre qual é a qualidade e qual é a finalidade do lote de sementes.

Para Fogaça et al. (2007), as informações sobre as condições ideais para a germinação de sementes não podem ser totalmente conclusivas, pois ele encontrou valores altos de germinação seguindo diferentes métodos, tais como: semeando em areia sobre uma temperatura estimada entre 20 a 30°C com foto período de 8 horas, semeando sobre vermiculita e sobre papel germitest a 30°C.

De acordo com Marcos-Filho (2005), no teste de germinação, fatores como temperatura, substrato, umidade e o método de plantio possuem uma grande influência nos resultados finais, os quais podem expressar um potencial de germinação alto ou não para um determinado lote de sementes.

2.3. Teste de condutividade elétrica

Os testes de vigor de sementes são baseados na identificação das diferenças básicas nos potenciais fisiológicos entre os lotes com germinação similar (AOSA, 2002; Vieira et al., 1994; Vieira and Krzyzanowski, 1999). Os testes rápidos mais estudados são os que relacionam os eventos iniciais do processo de deterioração das sementes, como os de perda da integridade da membrana celular, a redução da respiração celular e a dos processos biossintéticos (Tokushisa et al., 2009).

A condutividade elétrica (CE) é um teste rápido, simples, sendo uma alternativa economicamente viável usada para estimar a qualidade fisiológica, e vigor de sementes podendo ser utilizado como um bom indicador de uniformidade do processo de emergência no campo e para diferentes espécies de plantas, tais como soja (*Glycine max* L.), pimentas (*Capsicum annuum* L.), abobora (*Cucurbita pepo* L.), milho (*Zea Maia* L.), entre outras. Segundo a AOSA (Association of Official Seed Analyst) (2002), a condutividade elétrica (CE) é um teste válido para comprovar o vigor de sementes de ervilha e soja. A relação entre o teor de água, o nível de organização celular das membranas das sementes e a quantidade de lixiviados pelo processo de embebição são as bases teóricas para a realização do teste de condutividade elétrica. Assim, a alta velocidade de recuperação da integridade da membrana celular, a qual ocorre no início do processo de germinação, com uma baixa quantidade de lixiviados relacionados com a solução de imersão indica um alto vigor (Carvalho et al., 2009).

De acordo com Steere et al. (1981) a avaliação simples da condutividade de sementes foi proposta como uma alternativa para a avaliação da viabilidade de sementes, após o desenvolvimento de um instrumento que conseguisse medir a condutividade do lixiviado de 100 sementes simples simultaneamente. Para Matthews e Powell (2006), estudos com ervilha, soja, algodão, feijão *Phaseolus*, milho e semeadura de sementes forneceram informações de que a análise da condutividade do lixiviado de sementes simples, poderia indicar tanto a germinação padrão como o vigor da semente. Em contrapartida, o instrumento não ajusta as leituras para ter em conta o peso das amostras de semente. Por conseguinte, é recomendado que cada uma das 20, 50, 75 ou 100 sementes seja pesada antes do ensaio, de modo que a leitura média possa ser registada por grama de peso de semente individual (Hepburn et al., 1984) e como $\text{cm}^1 \text{g}^{-1}$ ou $\mu\text{S cm}^1 \text{G}^{-1}$, dependendo do instrumento utilizado.

Segundo Panobianco et al. (2007), diversos fatores afetam os resultados dos testes de CE, como eles o tamanho das sementes, a temperatura, o período de embebição, o teor inicial de água contido nas sementes e a temperatura de armazenagem das sementes. Entretanto, não se tem informações suficientemente claras sobre a influência que a presença de patógenos nas sementes analisadas pode refletir no resultado final. Sementes que germinam com patógenos possuem uma redução no potencial fisiológico das sementes de soja (Galli et al., 2007).

Em um teste de vigor de sementes o potencial do substrato água é um agente do processo de estabilização das mudas no campo (Soares et al., 2010). Para Lopes et al., (2012), a água é o fator primordial para a germinação das sementes e sua absorção promove a reidratação dos

tecidos, os quais traz como consequência a intensificação da taxa de respiração e de outros caminhos metabólicos e o suplemento de energia e nutrientes necessários vem desencadeando um crescimento no eixo embrionário.

De acordo com Coelho et al., (2010), existem inúmeros estudos, os quais indicam o uso do teste de condutividade elétrica para diversas culturas, tais como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Entretanto pouco se sabe sobre parâmetros adequados para a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do estudo

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza-CE. Foram analisadas as cultivares de sorgo EA03 e EA955. Inicialmente foram analisados o potencial fisiológica das sementes em testes, os quais foram observados a germinação e o vigor das sementes (condutividade elétrica).

3.2 Dados

3.2.1 Teor de água

De acordo com Brasil (2009), para determinar o teor de água, se utilizasse do método de estufa à 105°C e depois realizar o cálculo da porcentagem de água de acordo com a RAS.

3.2.2 Peso de Mil Sementes

Segundo Brasil (2009), para o teste do peso de mil sementes, a amostra de trabalho foi dividida em oito repetições de 100 sementes provenientes de sementes puras, em seguida cada repetição foi pesada em gramas, com duas casas decimais. Após a pesagem foi realizado o cálculo para determinar o peso das mil sementes pela formula recomendada pela RAS.

3.2.3 Percentual de Germinação

O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de 50 sementes por lote, as quais foram distribuídas sobre o papel germitest previamente umedecido com água, equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e foram mantidas em uma câmara germinadora a 25°C. As plântulas foram contabilizadas no décimo dia após a semeadura.

3.2.4 Percentual de Emergência

Para determinação do percentual de emergência foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por cultivar, distribuídas na superfície de uma camada de areia de 5 cm de areia colocada em um canteiro de (60 cm x 250 cm). Após a semeadura, a cobertura foi efetuada com uma camada de 2.cm de areia. O umedecimento do substrato foi efetuada com quantidade de água correspondente a 60% da capacidade de retenção. As caixas foram expostas a temperatura normal de ambiente, em laboratório, durante 10 dias, quando foi determinada a percentagem média de emergência de plântulas para cada cultivar.

3.2.5 Índice de velocidade de Germinação

Para a determinação do IVG foi realizado observações diárias, as quais foram feitas após a instalação do teste, contabilizando o número de mudas emergentes por dia, até o mesmo número se tornasse constante. Este número foi dividido pelo número de dias decorridos da data de semeadura, obtendo os índices. A semeadura foi realizada em bandejas multicelulares de plástico com células separadas contendo areia. O semeio foi realizado manualmente a uma profundidade de cinco mm usando uma semente por célula. O resultado foi obtido através da formula de Maguire (1962).

3.2.6 Condutividade Elétrica

Os testes de condutividade elétrica foram conduzidos de acordo com as recomendações da AOSA e ABRATES. Inicialmente foram separados os lotes das duas cultivares, as quais foram separadas em quatro repetições de 50 sementes, as quais foram obtidas de frações puras (Vieira, 1994; Loefflet et al. 1988).

As amostras foram subdivididas em subamostras e pesadas, usando uma balança de precisão com duas casas decimais e em seguida colocadas para serem embebidas em um recipiente com 25mL e 50mL contendo água destilada (condutividade = 8,88 $\mu\text{S}/\text{cm}$), as subamostras foram levadas para uma BOD a temperaturas de 20, 25 e 30°C, durante os períodos de 2, 4, 8, 16, 20 e 24 horas.

Após a embebição das sementes dos tempos propostos, fez-se as leituras da condutividade elétrica, com um condutímetro MA-521 da marca Marconi, com um eletrodo (sensor) com constância de 1,0, na solução de embebição. O aparelho foi calibrado 30 minutos antes das leituras e para a calibração foram utilizados uma solução de calibração de KCl de 146,5 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,5\%$, a 25°C.

Foram retiradas 15 amostras por vez, sendo realizadas medições imediatamente após a retirada da BOD, para que não ocorresse nenhuma influência do ambiente externo do laboratório. Cada amostra foi levemente agitada (10 a 15 segundos) antes da leitura, homogeneizando toda a solução, para reduzir a taxa de erro.

O experimento foi conduzido sobre um esquema fatorial 2x3x6 com 5 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análises de variâncias utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7, 2014 (SILVA, 2014), e as médias comparadas pelo teste de Turkey a 5% probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que o peso de mil sementes por cultivar de sorgo foi significativamente diferente ($P \leq 0,05$), entretanto foi observado que a germinação das sementes apresentou valores de porcentagem estatisticamente iguais. A germinação das cultivares foram de 99%; a taxa de emergência para a cultivar EA955 foi de 97% e IVG de 1,45 e o teor de água foi de 10,18%; e para a cultivar EA03 a taxa de emergência foi de 96% e o IVG de 1,44 e o teor de água foi de 10,15%, o qual indica que ambas cultivares possuem alto vigor fisiológico. e o resultado deve estar entre 10% a 14% para evitar com que ocorra o efeito do teor de água inicial sobre os resultados da condutividade elétrica (Carvalho et al., 1995).

Tabela 1 – Qualidade inicial de sementes de sorgo granífero.

Cultivar	Germinação (%)	Emergência (%)	Peso de mil sementes (g)	IVG (%)	Teor de Água (%)
EA03	99	96	28,8	1,45	10,18
EA955	99	97	33,12	1,44	10,15

Fonte: elaborada pelo autor.

O valor máximo de EC foi observado em sementes de EA03, embebidas em 25mL a 25°C em 24h com 99.3855 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (Tabela 2).

Tabela 2 – Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes da cultivar EA03 em distinta temperatura, tempo de embebição e volume da solução.

Volume	Tempo	Temperatura		
		20°C	25°C	30°C
25mL	2h	40,52 dC	61,88 eA	68,17 dB
	4h	45,91 cC	74,05 dB	78,20 cA
	8h	53,84 bC	80,34 cB	88,11 bA
	16h	61,06 aC	85,33 bB	93,98 aA
	20h	59,47 aB	99,17 aA	96,91 aA
	24h	61,33 aB	99,38 aA	97,82 aA
50mL	2h	25,08 hC	33,65 hA	35,93 hA
	4h	29,58 gB	33,99 hA	37,11 ghA
	8h	32,44 fgB	37,59 ghA	39,96 ghA
	16h	35,59 efB	41,00 gA	41,61 gA
	20h	37,71 deB	46,33 fA	47,29 eB
	24h	41,69 cdB	45,75 fA	47,30 eC

Fonte: elaborada pelo autor.

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Segundo Tajbakhsh (2000), quando os resultados apresentam um aumento na condutividade elétrica dos lixiviados, percebe-se uma menor viabilidade das sementes. Logo as sementes com baixa viabilidade apresentam altos valores de condutividade elétrica.

O valor mais elevado determinado foi na EA03 na combinação de 25°C a 24h em 25mL (Tabela 2). As sementes embebidas em 25mL deram valores de condutividade elétrica mais altas durante 20 e 24 horas, pelo fato de ser em um volume menor o qual possuem uma maior concentração dos lixiviados. Um tempo prolongado resultou em um aumento dos valores da CE nas sementes de sorgo isso ocorre devido ao fato da influência da temperatura no processo de lixiviamento da semente. Sendo estes resultados são relatados por Santipracha et al. (1997) na cultura do milho e por Cisse e Ejeta (2003) na cultura do sorgo.

Outro fator que pode ter influenciado a lixiviação dos eletrólitos ao longo dos tempos de embebição e se intensificando com o aumento da temperatura, é o início do processo de deterioração, o qual pode-se observar uma hidrólise gradual dos açúcares solúveis (Sun & Leopold, 1995).

Analisando a Tabela 2 pode-se observar que há um aumento nos valores de condutividade elétrica ao longo do tempo, isso ocorre devido a hidratação das sementes, o qual ocorre que o mecanismo da estrutura da membrana celular permita que a reorganização, reduzindo assim a permeabilidade e conseqüentemente a liberação de lixiviados (Bewley e Black, 1994). Outro possível fator influenciador é a correlação existente entre a deterioração de sementes e a lixiviação de eletrólitos de sementes, a qual pode estar relacionada ao aumento da condutividade elétrica, pois é devido à perda de capacidade de reorganizar as membranas celulares completamente e rapidamente durante a embebição precoce (Tajbakhsh 2000).

Com relação à temperatura, observou-se que na cultivar EA03 a elevação da temperatura de 20°C para 25°C ou 30°C, proporcionou variação na lixiviação dos exsudados, porém manteve a classificação da cultivar (Tabela 2). Foram apresentado que os tratamentos de sementes de sorgo com temperatura mais alta (25 e 30°C) resultaram em alterações na condutividade elétrica para todos os períodos, revelando aumento da perda de lixiviados ao longo do tempo e a liberação de uma maior quantidade de exsudados para a solução de imersão, o qual segundo Panobianco et al., (2007), esse resultado revela que quanto maior a intensidade de desorganização dos sistemas de membrana celular, menor será o potencial fisiológico.

Em todas as combinações do teste de condutividade elétrica (temperatura, tempo de embebição e volume de água) houve um aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes com o decorrer da embebição, a transição de um período de relativa estabilidade da membrana para o envelhecimento dinâmico das sementes pode ocorrer através da perda do estado vítreo. O estado vítreo pode ser devido a influência de um aumento no teor de água, na temperatura, ou por uma separação dos açúcares envolvidos (Bernal-Lugo e Leopold 1998), fato também relatado por diversos autores (Loeffler et al., 1988; Marcos Filho et al., 1990; Dias et al., 2006; Dutra et al., 2008 e Araújo et al., 2011).

Os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica nas cultivares EA955 (Tabela 3) permitiram verificar, de maneira geral, a semelhança do potencial fisiológico da cultivar analisada. O tempo de exposição prolongado causou um aumento nos valores de CE de sorgo. Os menores valores de condutividades elétricas de sementes foram medidos a 25 °C em 50mL durante 2 h, para a cultivar EA955 (Tabela 3).

Tabela 3 – Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes da cultivar EA955 em distinta temperatura, tempo de embebição e volume da solução.

Volume	Tempo	Temperatura		
		20°C	25°C	30°C
25mL	2h	37,94eA	52,96 dB	58,68 cA
	4h	44,15eB	60,02cdA	62,22 cA
	8h	62,21dB	67,30 cB	78,76 bA
	16h	71,20cC	79,40 bB	87,98 aA
	20h	81,87bB	93,11 aA	92,40 aA
	24h	93,82aA	92,51 aA	91,95 aA
50mL	2h	24,68gB	24,21 hB	31,38 eA
	4h	25,77fgA	26,16ghA	27,31 eA
	8h	31,56fA	33,34 fgA	32,92 eA
	16h	36,71eA	38,27 efB	41,93 dAB
	20h	37,56eA	43,84 eA	43,69 dA
	24h	37,86eA	43,97 eA	43,92 dA

Fonte: elaborada pelo autor.

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Analisando a Tabela 3 pode-se observar que as sementes embebidas em 25mL apresentaram maiores valores de CE, isso ocorre devido à maior concentração na solução em um menor volume de água, o qual demonstra uma maior concentração dos eletrólitos lixiviados

pelas sementes. Foram relatados resultados semelhantes por Dutra e Vieira (2006) na cultura da abobrinha.

Foi observado que a cultivar EA955 houve um maior equilíbrio no valor da CE quanto a elevação da temperatura (Tabela 3). Quando ocorre a elevação da temperatura de embebição pode-se provocar um dano térmico às membranas, causando um aumento da energia de ativação das moléculas, o qual vai alterando a viscosidade da água e, conseqüentemente, incrementa os valores de condutividade elétrica; em contrapartida, verifica-se que em temperaturas mais baixas, o processo de reorganização das membranas é mais lento e o período de perda de lixiviados pelas sementes é mais duradouro (Givelberg et al., 1984).

Na Tabela 3, observa-se que com 20 e 24 horas de embebição é possível afirmar que ocorreram lixiviação significativa para determinar o nível de vigor, pois o processo de lixiviação se estabilizou tanto para 25mL como 50mL de volume de embebição, isso pode ter ocorrido devido ao tamanho das sementes ou por características exclusivas das cultivares estudadas, logo tem-se uma redução no período de condicionamento das sementes, em relação ao período de 24 horas, adotado pela pesquisa como padrão para testes de CE para ervilha e soja (Hampton & TeKrony, 1995; Vieira & Krzyzanowski, 1999). Resultados similares foram encontrados por Dutra et al, (2008) em sementes de feijão caupi cv. Setentão.

Segundo Matthews & Powell (1981), é recomendado o condicionamento das repetições a 20°C; entretanto, Loeffler et al., (1981), relataram que à 25°C se obtém uma temperatura mais coerente com as condições ambientais dos laboratórios de análises de sementes, ou seja, essa temperatura se encontra mais próximas das condições internas do ambiente trabalho, do que 20°C.

As variações na condutividade elétrica que ocorreram entre cultivares foram verificadas, também, por outros autores (Panobianco & Vieira., 1996 e Vieira et al, 1996), em sementes de soja e feijão. Essas diferenças podem estar correlacionadas a características da própria cultivar, como o teor de lignina no tegumento da semente (Alvarez et al., 1997), o qual, uma vez que existe uma estreita relação entre o teor de lignina no tegumento de sementes de soja e os resultados do teste de condutividade elétrica (Panobianco et al., 1999). De acordo com Soares et al. (2010), o teste de condutividade elétrica só deve ser utilizado às 16 horas ou mais.

5. CONCLUSÕES

A condição mais adequada para condução do teste de condutividade elétrica de sementes de sorgo granífero, pode ser realizado por embebição por 16 horas a 30°C em um volume de 25 mL de água.

REFERÊNCIAS

ALMODARES, A.; MOSTAFAFI, D.S.M. Effects of planting date and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. *J. Environ. Biol.* 27: p.601-605, 2006.

ALMODARES, A.; TAHERI, R.; ADELI, S. Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars and lines at different growth stages. *J. Malesian Appl. Biol.* 37: p.31-36. 2008c.

ALMODARES, A.; HADI, M. R. "Production of bioethanol from sweet sorghum: A review." *African Journal of Agricultural Research* 4.9 p.772-780, 2009.

ARAUJO, R.F., ZONTA, J.B., ARAUJO, E.F., HEBERLE, E. and ZONTA, F.M.G., Electrical conductivity test for mung beans seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1), pp.123-130, 2011.

ASGHRIPOUR MR, HEIDARI M. Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: Plant growth and macronutrient content. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 48: p.197-204.

BERNAL-LUGO, I.; LEOPOLD, A.C. The dynamics of seed mortality. *Journal of Experimental Botany*, v.49, p.1455-1461, 1998.

BERNARDINO, M.L.A.; RODRIGUEZ, N.M.; SANTANA, A.A.C. et al. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.49, p.213-223, 1997.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds:** Physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 444p.

BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; BARRETO, M.; VOLPE, C.A. Comparação de dois tipos de germinadores como câmara de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, v.17, p.69-74, 1995.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, p.441-452, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análises de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa

Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009. 395p.

CAMPOS, V.C.; TILLMANN, M.Â.A. Avaliação da metodologia do teste de germinação para sementes de tomate. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.3, n.1m p. 37-42, 1997.

CARVALHO, L.F; SEDIYAMA, C.S; REIS, M.S.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A. Influence of soaking temperature of soybean seeds in the electrical conductivity test to evaluate physiological quality. *Revista Brasileira de Sementes* 31: 9-17, 2009. (In Portuguese, with abstract in English).

COELHO, C.M.M.; MOTA, M.R.; SOUZA, C.A.; MIQUELLUTI, D.J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.3 p.97-105, 2010.

DAYAL, A.B.H.I.N.A.V., RANGARE, N., KUMAR, A. and KUMARI, M. Effect of physiological maturity on seed quality of maize (*Zea mays* L.). *Forage Research*, 40(1), pp.1-6, 2014.

CISSE, N.D.; EJETA, G. Genetic variation and relationships among seedling vigor traits in sorghum. *Crop Science*, 43: 824-828, 2003

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, v.1, p.427-452, 1973.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agrícola*, v.53, p.31-42, 1996.

DUTRA, A.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.117-122, 2006.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. and TEÓFILO, E.M., Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2), p.166-170, 2008.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.437-448, 2003.

FAZAEI, H.; GOLMOHAMMDI. H.A.; ALMODARES. A.; MOSHARRAF, S.; SHAEI, A. Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves. *Pakistan*

J. Biol. Sci. 9: 2450-2455, 2006

FOGAÇA, C.A.; SILVA, L.L; POLIDORO, J.C; BREIER, T.B.; LELES, P. S.S. Metodologia para a condução de germinação de sementes de embaúba. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, n.2 p.87-90, 2005.

GALLI, J.A.; PANIZZI, R.C.; VIEIRA, R.D. Effect of *Colletotrichum dermatium* var. *truncate* and *Phomopsis sojae* in sanitary and physiological quality of soybean seeds. *Summa Phytopathology* 33: 40-46, 2007. (in Portuguese, with abstract in English).

GETACHEW, G., PUTNAM, D.H., DE BEN, C.M. DE PETERS, E.J. Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. *American Journal of Plant Sciences*, 7(07), p.1106, 2016.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Handbook of vigor test methods. 3rd. ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

LOEFFLER, T.M. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. Lexington: University of Kentucky, 1981. 181p. (Dissertação de mestrado).

LOPES, M.M.; BARBOSA, R.M.; VIEIRA, R.D. Methods for evaluating the physiological potential of Scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum*) seeds. *Seed Science and Technology*, v.40, n.1, p.86-94, 2012.

MARCOS- FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantio cultivadas*. FEALQ: Piracicaba, 2005. 495p.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. *Seed Testing International*, 131, pp.32-35, 2006.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.) Handbook of vigour test methods. Zurich: ISTA, 1981. p.37-42.

MAY, A. et al. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo Documentos- 139, 2012a. 120p.

MILOSEVIC M, VUJAKOVIC M, KARAGIC D. Vigour tests as indicators of seed viability. *Genetika*, 42: p.103-118, 2010.

MUTAVAA RN, PRASADA PVV, TUINSTRAB MR, KOFOIDC KD, YUA LJ.

Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. *Field Crops Research*, 123: p.10-18, 2011.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1–24.

PANOBIANCO M, VIEIRA RD, PERECIN D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. *Scientia Agrícola*, 64: p.119-124, 2007.

TAJBAKSH, M. Relationships between electrical conductivity of imbibed seeds leachate and subsequent seedling growth (Viability and vigour) in Omid wheat. *J Agric Set Technol*, 2, pp.67-71, 2000.

TOKUSHISA, D.; SEDIYAMA, C.A.Z; HILST, P.C; DIAS, D.C.F.S. Electrical conductivity test for physiological quality evaluation of papaya seeds (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes* 31: 137-145, 2009. (in Portuguese, with abstract in English).

SANTIPRACHA, W.; SANTIPRACHA, Q.; WONGVARODOM, V. Hybrid corn seed quality and accelerated aging. *Seed Science and Technology*, 25: 203-208, 1997.

SILVA, C.B.D., LOPE, M.D.M., MARCOS-FILHO, J. and VIEIRA, R.D. Automated system of seedling image analysis (SVIS) and electrical conductivity to assess sun hemp seed vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(1), pp.55-60, 2012.

SILVA, F.A.S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de abril de 2014. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 28 de 11 de 2016.

SOARES, M.M.; CONCEIÇÃO, P.M.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.2, p.391-397, 2010.

SUN, W.Q.; LEOPOLD, A.C. The Maillard reaction and oxidative stress during aging of soybean seeds. *Physiologic Plantarum*, v.94, p.94-104, 1995.

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

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) *Vigor de sementes*:

Conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 1999. cap.4, p.1–26.