

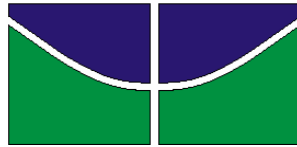
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PROPOSTA DE NOVA METODOLOGIA DO TESTE DE  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO  
SECCIONADAS AO MEIO**

**MARTA DE OLIVEIRA CORTES MACHADO**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA-DF  
DEZEMBRO/2018**



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

**MARTA DE OLIVEIRA CORTES MACHADO**

**PROPOSTA DE NOVA METODOLOGIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE  
ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO SECCIONADAS AO MEIO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli

BRASÍLIA-DF  
DEZEMBRO/2018

## MARTA DE OLIVEIRA CORTES MACHADO

### PROPOSTA DE NOVA METODOLOGIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO SECCIONADAS AO MEIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

#### COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –  
Universidade de Brasília  
Orientador

---

Eng.<sup>a</sup> Agrônoma Nayara Carvalho, doutoranda em  
Agronomia na UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –  
Universidade de Brasília  
Examinadora

---

Eng.<sup>a</sup> Agrônoma Bárbara Emanoele Dias da Silva de  
Souza, mestranda em Agronomia na UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –  
Universidade de Brasília  
Examinadora

## FICHA CATALOGRÁFICA

MACHADO, M.O.C.

**Proposta de nova metodologia do teste de condutividade elétrica em sementes de milho seccionadas ao meio.** / Marta de Oliveira Cortes Machado; orientador: Marcelo Fagioli. Brasília, 2018. 38f.

Monografia (Graduação - Agronomia) - Universidade de Brasília, 2018.

1. Zea Mays L..
2. testes de vigor.
3. eletrólitos celulares.
4. vigor de sementes.
5. deterioração das membranas celulares.

I. Fagioli, M., orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MACHADO, M.O.C. **Proposta de nova metodologia do teste de condutividade elétrica em sementes de milho seccionadas ao meio.** 2018. 38f. Monografia (Curso de Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** Marta de Oliveira Cortes Machado

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Proposta de nova metodologia do teste de condutividade elétrica em sementes de milho seccionadas ao meio.

**Ano:** 2018

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

## DEDICATÓRIA

Dedico à toda minha família e amigos, que me deram força e apoio durante toda minha trajetória de vida, e sempre acreditaram no meu potencial.

Dedico em especial aos meus pais, que sempre se sacrificaram para dar o melhor para seus filhos.

Dedico ao meu noivo, pelo companheirismo, incentivo, apoio e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

Ao senhor meu Deus, pela dádiva da vida. Por todas as bênçãos à mim concedidas. Por ter me guiado por toda essa trajetória.

Aos meu pais, José Márcio e Deusdete, e aos meus irmãos, Pedro, Marcia, Clarice, Claudia e Tiago, por todo amor, carinho e dedicação. Por sempre estarem presentes na minha vida. Por nunca permitirem que eu desistisse dos meus sonhos. Sem vocês a minha caminhada seria em vão, vazia e sem amor.

Ao meu noivo, Max Bruno, meu grande amor, meu melhor amigo. Por sempre me dá apoio nos momentos bons e ruins, por todo carinho e atenção, pela paciência diária, pelo companheirismo de sempre.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, Grasielle, Gabriel, Giselle, Mariana e Alice, por tornar meus dias mais alegres e mais coloridos, principalmente os dias em que o cansaço e o desânimo eram fortes.

Aos meus sogros, Claudimei e Sebastião, e cunhados e esposa, Rômulo, Lucas e Byanka, por todo amor e carinho, por ter me acolhido tão bem na família de vocês.

Ao meu querido professor orientador Marcelo Fagioli, por ter aceitado me orientar nesse trabalho, por toda ajuda, dedicação, conselhos, paciência e amizade.

Aos meus parentes e amigos queridos, em especial o Lucas Simione e a Giordana Cruz, por toda ajuda prestada durante a realização desse experimento. E a todos os amigos especiais que criei laços fortes e que deixaram meus dias mais alegres durante a minha graduação: Ana Clara, Giordana, Jhon Kenedy, Karen, Letícia, Lorrany, Luana, Lucas Simione, Lucas Vítório, Thaís, e Thamires,

À Universidade de Brasília e à todos meus professores da graduação, por todos ensinamentos, conselhos, oportunidades, dedicação e amizade.

À banca examinadora, Nayara Carvalho e Barbara Souza, pela disponibilidade e paciência em avaliar meu trabalho e a mim.

À Empresa Limagrain, pelo oferecimento do material para a pesquisa.

À todos que de algum modo me ajudaram na trajetória da minha graduação.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
3.1. Origem e importância da cultura do milho .....	3
3.2. Qualidade de sementes .....	4
3.3. Teste de condutividade elétrica da solução de embebição.....	7
3.4. Seccionamento de sementes de milho e feijão .....	10
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
4.1. Local de condução do experimento.....	12
4.2. Material genético utilizado.....	12
4.3. Metodologia do seccionamento das sementes ao meio .....	12
4.4. Avaliações experimentais.....	14
4.4.1. Determinação do teor de água das sementes (TA) .....	15
4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG) em rolo de papel.....	15
4.4.3. Envelhecimento acelerado (EA) .....	18
4.4.4. Teste de condutividade elétrica (CE) .....	18
4.4.5. Teste de emergência em campo (EC).....	19
4.4.6. Análise estatística .....	21
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	255
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	266

## RESUMO

Devido ao aumento da demanda por sementes de boa qualidade, as empresas produtoras de sementes tem buscado cada vez mais o aperfeiçoamento técnico de suas atividades de produção, pesquisando formas de avaliações mais rápidas e precisas do vigor de sementes, para que assim possa ser feito a seleção dos melhores lotes de sementes com alto vigor. Dentre os testes de vigor para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, o teste de condutividade elétrica (CE) da solução de embebição das sementes se destaca por ser um teste eficiente na diferenciação do vigor entre lotes de sementes. Sabe-se que os resultados de lixiviados para sementes de milho são baixos, dificultando a separação entre lotes. Assim, deve-se buscar o refinamento da metodologia, com um padrão confiável, que obtenham o mesmo resultado que o teste da metodologia normal, porém utilizando menos tempo para realiza-lo, mantendo a precisão, aumentando a perda de lixiviados e diminuindo o tempo para obtenção dos resultados. E essa é a proposta feita e realizada por essa pesquisa, utilizando sementes de milho seccionadas ao meio, com o intuito de criar uma nova metodologia mais eficiente no parâmetro tempo, para agilizar a tomada de decisão referente ao manejo destinado para cada lote de sementes testado. As sementes inteiras e seccionadas ao meio foram avaliadas utilizando o teste de condutividade elétrica (CE) com diferentes tempos de pré-condicionamento das sementes (4 e 6 h) e diferentes tempos de embebição (2, 4, 6 e 24 h). Foram utilizados dois genótipos de híbridos de milho, híbrido simples e híbrido triplo, que foram submetidos aos testes padrão de germinação, teste de teor de água, envelhecimento acelerado, teste de CE com sementes inteiras e sementes seccionadas ao meio, e emergência de plântulas em campo. Concluiu-se que a metodologia alternativa da CE com sementes de milho seccionadas ao meio permite separar lotes/genótipos de níveis diferentes de vigor com precisão e rapidez. E a combinação de 6 h de pré-condicionamento, depois seccionamento das sementes ao meio e posterior 6 h de embebição das partes das sementes de milho apresentou resultados semelhantes à metodologia normal com 24 h de embebição de sementes inteiras.

**Palavras-chaves:** *Zea mays* L., vigor de sementes, eletrólitos celulares, deterioração das membranas celulares, testes de vigor.



## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil tem extensas áreas cultivadas. E devido aos altos investimentos, cada vez mais o produtor procura meios para minimizar os riscos de produção e assegurar uma boa produtividade no campo. Uma estratégia adotada para contornar esse problema, é a aposta em novas tecnologias, como as sementes melhoradas e de boa qualidade, que assegurem a produtividade desejada no campo e um estande uniforme de plantas.

Por tanto, devido a esse aumento da demanda por sementes de boa qualidade, as empresas produtoras de sementes tem buscado cada vez mais o aperfeiçoamento técnico de suas atividades de produção, fazendo seleção e uso dos melhores materiais genéticos, pesquisando formas de avaliações mais rápidas e precisas do vigor de sementes, para que assim possa ser feito a seleção dos melhores lotes de sementes destinadas a comercialização, ou seja, sementes com alto vigor.

Dentre os testes de vigor para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, o teste de condutividade elétrica (CE) da solução de embebição das sementes se destaca por ser um teste eficiente na diferenciação do vigor entre lotes de sementes, é um teste rápido, de baixo custo, tem um padrão estabelecido e proporciona resultados objetivos. Além de poder ser realizado e reproduzido em um laboratório junto com outros testes de vigor, também complementa o teste de germinação.

O teste de Condutividade elétrica é classificado como bioquímico, em que as sementes que possuem menor vigor, apresentam maiores quantidades de lixiviados na solução de embebição, e as sementes com maior vigor, apresentam menos lixiviados. Evidenciando assim que o vigor esta associado com a integridade estrutural das membranas celulares das sementes.

Sabe-se que os resultados de lixiviados para sementes de milho são baixos, dificultando a separação entre lotes. Assim, deve-se buscar o refinamento da metodologia, com um padrão confiável, que obtenham o mesmo resultado que o teste da metodologia normal, porém utilizando menos tempo para realiza-lo, mantendo a precisão e diminuindo o tempo para obtenção dos resultados. E essa é a proposta feita e realizada por essa pesquisa, utilizando sementes de milho seccionadas ao meio, com o intuito de criar uma nova metodologia mais eficiente no parâmetro tempo, para agilizar a tomada de decisão referente ao manejo destinado para cada lote de sementes testado.

## **2. OBJETIVO**

Comparar os resultados do teste de condutividade elétrica da solução de embebição em sementes de milho conduzidos por meio da metodologia normal (sementes inteiras) com os obtidos pela metodologia alternativa (sementes seccionadas ao meio).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Origem e importância da cultura do milho

O milho, terceira espécie mais estudada mundialmente, pertence à família *Poaceae*, e tem uma idade estimada de 11 milhões de anos. A espécie atual mais cultivada no mundo é a *Zea mays* L. Apesar de existir várias questões duvidosas sobre a verdadeira origem do milho, há diversas evidências citológicas e genéticas decisivas de que o milho e o teosinto são parentes muito próximos, em que um entrou na rota evolutiva do outro (BARBOSA-NETO et al., 2008).

Por ser originário do México, é considerado um cereal americano, onde também foram encontrados seus ancestrais selvagens mais próximos, o teosinto e o *Tripsacum*. Quanto a sua domesticação, há várias evidências de que teria acontecido entre 7 e 10 mil anos atrás, por americanos nativos, onde fizeram a sua seleção e tornaram o milho uma espécie cultivada de grande importância para as civilizações antigas, como os incas, astecas e os maias. E como consequência dessa domesticação, o milho tornou-se uma espécie de grande importância social e econômica mundialmente (BARBOSA-NETO et al., 2008).

Popinigis (1977) explica que no início da agricultura no mundo, o que permitiu que o homem abandonasse a vida de migrações a cada mudança de estação e que estabelecesse uma moradia permanente, foi a descoberta de que as sementes que eram usadas para a alimentação das pessoas podiam ser guardadas e semeadas para gerar novas plantas. E dessa forma originaram as primeiras vilas, surgiu a divisão de trabalho, e nasceram as primeiras civilizações.

O milho é considerado um dos mais importantes cereais, devido ao seu uso como alimento básico em vários países, principalmente os subdesenvolvidos e com o índice de pobreza elevado. O milho é rico em carboidratos (amido) e lipídeos, sendo considerado por muitos como um alimento altamente energético, e muito utilizado nas dietas das pessoas e dos animais. E em muitos casos, é a única fonte diária de alimentação em várias regiões, como por exemplo, na maioria dos países do oeste africano e no nordeste brasileiro, onde satisfaz mais da metade das exigências totais de minerais em dietas das comunidades rurais e dos povoados. Por ter variadas formas de utilização, desde alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia, tem grande dispersão geográfica, é produzido em quase todo continente (PAES, 2006).

Na safra de 17/18, o milho foi o grão mais produzido no mundo, com aproximadamente 1,0 bilhão de toneladas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo o primeiro lugar ocupado por Estados Unidos e o segundo pela China. Estes são os principais produtores do cereal, em que juntos correspondem por cerca de 60% da produção mundial (CONAB, 2018).

Segundo o Boletim de Grãos de Novembro realizado pela Conab (2018), a produção total de milho na safra 2017/18 foi de aproximadamente 81,3 milhões de toneladas em aproximadamente 16,6 milhões de hectares, e com produtividade de média de 4890 kg/ha, contando primeira e segunda safra. O milho e a soja são as principais culturas produzidas no país, sendo que estes conjuntamente correspondem a quase 90% do que é produzido no Brasil.

A produção de milho na safra de 18/19 pode chegar a 90,9 milhões de toneladas, distribuídas entre primeira e segunda safra. Sendo maior que a safra 17/18, pois o país teve uma redução da área plantada de milho nas duas safras deste ano, em que de 17,6 milhões de hectares reduziu para 16,7 milhões de hectares. E muitos produtores reduziram o pacote tecnológico usado nessa safra, reduzindo o potencial produtivo da cultura.

### **3.2. Qualidade de sementes**

A qualidade de semente é a soma de todas as propriedades físicas, genéticas, fisiológicas e sanitárias que afetam a capacidade da mesma gerar uma planta de alta produtividade. E na agricultura atual, a semente é o insumo de maior importância, o fator que mais pesa e determina se terá sucesso ou fracasso na lavoura, pois são elas que possuem todo o potencial produtivo das plantas, é onde se encontra a tecnologia, a inovação, e o melhoramento genético (POPINIGIS, 1977; FRANÇA-NETO; HENNING, 1984).

A qualidade física envolve a pureza da semente, livre de materiais inertes e contaminantes, e a condição física da semente. A qualidade genética consiste dos atributos de pureza varietal, homogeneidade, potencial de produtividade, precocidade, resistências a insetos e doenças. A qualidade sanitária abrange a condição da semente quanto à presença e grau de ocorrências de outras sementes de plantas daninhas, microrganismos fitopatogênicos e insetos causadores de doenças e injúrias. E a qualidade fisiológica é a competência da semente em realizar funções

fundamentais, caracterizada pela sua germinação e vigor (FRANÇA-NETO et al., 2016).

A função principal e primordial de uma semente é a produção de uma planta. E a utilização de sementes de alta qualidade é muito importante para o estabelecimento inicial da lavoura, e é essencial para se obter sucesso no campo. Sementes de alta qualidade produzem plântulas vigorosas, com elevada pureza e sanidade, uniformes e resistentes, com um bom desenvolvimento fisiológico, que se desenvolvem e estabelecem em diversas condições edafoclimáticas, com boa germinação e maior velocidade de emergência em campo, garantindo uma lavoura com desempenho elevado das plantas. Verificando todos esses aspectos que são resultantes de uma boa qualidade, fica claro a vital importância de se utilizar semente de origem conhecida e de alta qualidade (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

Segundo França-Neto et al. (2016) plantas que possuem um desempenho fisiológico elevado, apresentam uma melhor estrutura de produção, tem uma taxa de crescimento mais elevada, seu sistema radicular é mais profundo e produzem mais sementes. Essas plantas podem manter o seu potencial produtivo em situações adversas, críticas, desvantajosas e de estresse. E apenas fazendo o uso de sementes de alto vigor é que se pode assegurar o estabelecimento de uma população ideal de plantas.

De acordo com os parâmetros de qualidade, o que mais se destaca é o fisiológico, que se traduz principalmente como potencial de germinação e vigor de sementes, expressando suas funções vitais sob condições ambientais favoráveis e desfavoráveis, sendo assim responsável pelo desempenho das plantas no campo e pela manutenção da qualidade das sementes em condições ideais de armazenamento. Sendo que as sementes apresentam sua melhor qualidade no ponto de maturação fisiológica, quando expressam o máximo peso seco, germinação e vigor. E o uso de sementes de baixo vigor pode causar sérios problemas na produção da lavoura (FRANÇA-NETO; HENNING, 1984; MARCOS-FILHO, 2015).

Para a definição de vigor, existem dois conceitos adotados por duas entidades, que consideram que o vigor afeta somente a germinação e a emergência da plântula. Segundo a ISTA (1981): "Vigor de sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula". Já segundo AOSA (1983): "Vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam

o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais”.

No entender dessas definições, o que se observa é que o vigor ocorre apenas em altos níveis. Levando em consideração essas definições, vigor é aquele conjunto de propriedades que induzem as sementes a germinar rapidamente e gerar vigorosas plantas. Mas isso acontece quando o vigor é alto. Porém o nível de vigor de uma determinada semente varia muito, desde um ponto mais baixo, quando estão próximas de morrer, até um ponto mais alto, que se encontra nas sementes recém colhidas, mas isso quando são produzidas em condições adequadas. Dessa forma, a definição do ISTA seria a mais coerente, pois fala que “vigor é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente...”, e esse nível potencial pode variar e ser qualquer um, em que é decidido pelo nível de vigor das sementes, que também pode ser qualquer um, desde o mais baixo até o mais alto (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Nos últimos anos tem surgido testes diversos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, principalmente para avaliar o vigor. E um teste ideal para avaliar o vigor deve ser rápido, prático, preciso, de fácil execução, não necessitar de equipamentos complexos, podendo ser usado tanto para avaliar uma semente quanto para um lote de sementes, deve ser eficiente em identificar tanto grandes como pequenas diferenças de vigor entre lotes de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 1999).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), hoje cada vez mais surgem novos estudos que estão sendo realizados com o intuito de se constatar a possibilidade da aplicação e padronização desses testes para diferentes espécies, de forma individual ou combinada, visto que os produtores de sementes e os agricultores precisam de mais informações sobre a qualidade fisiológica das sementes, e informações mais precisas, que complementem o teste de germinação, devido ao fato de que este pode proporcionar resultados diferentes em relação ao verdadeiro desempenho das sementes no campo, sob condições ambientais adversas.

### **3.3. Teste de condutividade elétrica da solução de embebição**

O teste de condutividade elétrica (CE) surgiu na década de 60, devido ao progresso de diversas pesquisas que geraram conhecimentos sobre os assuntos e os eventos que estão envolvidos no processo de deterioração que acometem as sementes (ABREU et al, 2011).

Segundo Krzyzanowski e França-Neto (2001), o processo de deterioração de sementes pode ser entendido como a perda da capacidade da semente em produzir uma plântula normal durante o processo de germinação e emergência. E essa perda de capacidade é provocada por várias alterações que acontecem durante todo o ciclo de vida da semente, que são alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas. O processo de deterioração inicia pela degradação das membranas celulares, seguida por uma sequência de eventos que culmina na perda do poder germinativo (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

O teste de CE é considerado um teste de vigor por McDonald (1975) e por AOSA (1983). Classificado como um teste bioquímico (WOODSTOCK, 1973; AOSA, 1983; VIEIRA et al., 1999), ele afere as alterações que acontecem no metabolismo das sementes que estão diretamente relacionadas com o seu vigor. Entretanto, este envolve dois princípios: o físico e o biológico. O físico, que está relacionado à passagem da corrente elétrica na solução de embebição das sementes, e o biológico, que está relacionado à perda de lixiviados e com isso a determinação da condutividade elétrica, de acordo com o nível de deterioração das sementes e com a integridade das membranas celulares.

No decorrer do processo de maturação das sementes, diversas transformações fisiológicas, morfológicas, bioquímicas e funcionais acontecem até as sementes atingirem o ponto de maturação fisiológica (POPINIGIS, 1977; MARCOS-FILHO et al., 1984). Podendo-se evidenciar o desenvolvimento das membranas celulares, que são as últimas a se organizarem durante a maturação e as primeiras a apresentarem sinais de deterioração depois da maturação fisiológica (HEYDECKER, 1974).

Diversas pesquisas tem sido realizadas usando várias espécies de sementes e tem revelado que o declínio na germinação e no vigor é diretamente proporcional a crescente liberação de lixiviados na solução, apontando que a avaliação do teste de condutividade elétrica é eficiente para determinar o vigor em milho (BRUGGINK et al., 1991; FAGIOLI, 1997), algodão (WOODSTOCK et al., 1985), soja (MARCOS-FILHO

et al., 1990; COLETE; VIEIRA; DUTRA, 2004; PRADO et al., 2018; VIEIRA et al., 2004), feijão (BINOTTI et al., 2008; SILVA et al., 2014), entre outras espécies.

Muitas vezes os lotes de sementes podem apresentar comportamentos e desempenhos no campo ou no armazenamento, diferentes daqueles obtidos no teste de germinação realizado anteriormente em laboratório. E essas diferenças se dão pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos relacionados à deterioração das sementes muitas vezes ocorrem antes que sejam observados declínios na capacidade germinativa (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Segundo Vieira et al. (2002) acredita-se que quanto mais próximo da maturidade fisiológica estiver a variável avaliada, mais sensível deverá ser o teste. E de acordo com Delouche e Baskin (1973), a degradação das membranas celulares se constitui, hipoteticamente, no primeiro evento do processo de deterioração de sementes. Dessa forma, os testes que avaliam a integridade das membranas, detectando a deterioração das sementes em sua fase inicial (VIEIRA, 1994) são os mais sensíveis para estimar o vigor e os mais indicados para revelarem diferenças sutis de vigor entre diferentes lotes.

Dessa forma, o teste de condutividade elétrica se destaca porque ele é baseado na relação existente entre o vigor de sementes e a integridade do sistema de membranas celulares. Ele consiste na avaliação indireta da qualidade das sementes por meio da determinação da concentração de eletrólitos lixiviados pelas sementes na solução de embebição. Sendo que os menores valores, que correspondem a menor liberação de exsudatos, apontam alto potencial fisiológico, ou seja, maior vigor. Mostrando assim que se tem uma menor intensidade de desorganização dos sistemas membranares das células (DIAS; MARCOS-FILHO, 1995; VIEIRA et al., 2002).

É um teste que possui diversas vantagens como, facilidade de execução, baixo custo, rapidez, reprodutibilidade e fácil interpretação de resultados (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Ele preenche os requisitos básicos para um teste de vigor (MATTHEWS; POWELL, 1981), e ainda fornece os resultados em no máximo 24 horas. Sendo muito útil para a realização do monitoramento da qualidade das sementes durante a produção, processamento e armazenamento (McDONALD, 1999).

Segundo Carvalho et al. (2009), durante a secagem natural da semente, acontece uma desorganização estrutural das membranas celulares, em que quanto menor o teor de água na semente, mais desorganizada esta sua estrutura e assim



perde sua integridade organizacional temporariamente. No início do processo de embebição, a quantidade e a natureza dos lixiviados que serão liberados para a solução de embebição serão influenciados pela capacidade da semente de reorganizar e reestabelecer o sistema de membranas celulares e reparar algum dano físico ou biológico que possa ter acontecido durante o processo. Em que a quantidade de eletrólitos liberados é proporcional ao grau de desorganização das membranas plasmáticas (MARCOS-FILHO, 1982; HEYDECKER, 1972; BEWLEY, 1986; SIMON; RAJA-HARUM, 1972; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

As leituras dos valores obtidos da condutividade elétrica das soluções de embebição medem a intensidade da corrente elétrica entre dois pontos, dois eletrodos, determinada pela quantidade de lixiviados e apontando o nível de organização das membranas celulares e conseqüentemente o nível de vigor. E os lixiviados liberados variam em quantidade e tipo, como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, enzimas, e íons inorgânicos, com potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{++}$ ), magnésio ( $Mg^{++}$ ) e sódio ( $Na^+$ ) (VIEIRA, 1994; FAGIOLI, 2001; SILVA et al., 2014; TEIXEIRENSE, 2018). De acordo com Carvalho et al. (2009) e Vieira (1994), quanto maior a velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição, menor é a quantidade de lixiviados liberados e menor o valor da condutividade elétrica, e conseqüentemente maior é o vigor da semente.

Os resultados da condutividade elétrica da solução de embebição podem ser influenciados por diversos fatores, dentre eles, o teor inicial de água das sementes, o período e a temperatura de embebição, a presença de sementes danificadas, o tamanho e o genótipo das sementes (VIEIRA et al., 2002). O teor inicial de água das sementes é um dos fatores mais importantes, e teores muito baixos ( $\leq 10\%$ ) ou muito altos ( $\geq 17\%$ ), podem modificar os resultados, prejudicando a obtenção de dados uniformes e precisos. É recomendado que se uniformize os teores iniciais de água das sementes para uma faixa entre 10% e 17%, antes da realização do teste de CE (AOSA, 1983; LOEFFLER et al., 1988; HAMPTON et al., 1992). Segundo Vieira et al. (2002) tem-se observado que o teor de água muito baixo ( $\leq 10\%$ ), tem provocado um crescimento significativo nos resultados do teste de CE em diversas espécies.

O teste de condutividade elétrica pode ser realizado de duas formas: individual, em que é feita a quantificação de lixiviados da solução de embebição individualmente, ou seja, de cada semente separadamente, o que garante um resultado mais confiável, sem alterações do resultado final por outros fatores do meio. E pode ser feito

massalmente, em que são quantificados os lixiviados de uma amostra de sementes, e sendo considerado o resultado final a média da condutividade elétrica da solução da amostra. Mas, se uma semente da amostra estiver com algum problema, estiver contaminada, toda a amostra estará contaminada e o resultado final estará comprometido (VIDAL, 2010).

O teste de CE é muito usado por empresas produtoras de sementes, em seus programas de qualidade de sementes. Ele proporciona uma rápida e objetiva medida do vigor da semente e pode ser facilmente conduzido para a maioria das espécies comumente avaliadas nos laboratórios, sem ser necessário equipamentos complexos ou treinamento especial de pessoal (PESKE et al., 2003).

### **3.4. Seccionamento de sementes de milho e feijão**

Nos últimos anos, a metodologia de realização do teste de condutividade vem mudando, está sofrendo alterações, principalmente no sentido de aprimoramento do teste, para agilizar a obtenção de resultados confiáveis. E diversos estudos estão surgindo e sendo realizados sobre a influência das partes da semente sobre a quantidade de lixiviados liberados na solução de embebição e conseqüentemente na condutividade elétrica.

De acordo com Ferguson et al. (1990) e Marcos-Filho (2005), o processo de hidratação da semente não acontece de maneira uniforme entre as partes de uma semente. A região embrionária é mais sensível quanto a deterioração e as transformações bioquímicas que acontecem nas membranas celulares são detectadas mais eficientemente nos eixos embrionários, os quais podem ser considerados como centros ativos do vigor (PEREZ; ARGUELLO, 1995).

Os eixos embrionários apresentaram maior lixiviação de exsudados em comparação aos cotilédones e as sementes inteiras de feijão, que pode ser pelo fato de que a deterioração tem início nos pontos de crescimento embrionário, por estes serem mais sensíveis (SILVA et al., 2014). Perez e Arguello (1995) com amendoim e Cunha (2011) com soja obtiveram resultados parecidos, em que relacionaram as suas observações ao fato de que as transformações nas membranas celulares podem ser detectadas mais facilmente nos eixos embrionários.

Vários trabalhos tem relatado que o uso do eixo embrionário das sementes tem sido eficaz para avaliar o vigor de sementes. De acordo com Cunha (2011), o teste de condutividade elétrica massal realizado com eixos embrionários é promissor para a

avaliação do vigor de sementes de soja, mostrando eficiência na estratificação de lotes quanto ao potencial fisiológico. Silva et al. (2014) relataram em seu trabalho que o teste de condutividade elétrica massal com 10 cotilédones permite a separação dos lotes em níveis de vigor, além de poder ser realizado com a redução do tempo de imersão, utilizando-se os cotilédones a partir de duas horas de imersão.

Vidal (2010) verificou em seu trabalho com sementes de milho que o teste de condutividade elétrica massal realizado com embriões pode separar os lotes de sementes, em função do nível de vigor, mais eficientemente do que o teste com sementes inteiras. A utilização do eixo embrionário no lugar da semente inteira, pode ser uma alternativa mais eficaz e rápida para avaliar o processo de deterioração e determinar o vigor das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalho sobre a lixiviação nas diferentes estruturas das 30 sementes de milho, onde o embrião apresentou maiores valores de exsudados no teste de condutividade elétrica, correspondendo de duas a três vezes os valores das demais estruturas (BRUGGINK et al., 1991).

Teixeirenses (2018) em seu trabalho com semente de milho relatou que as partes de milho apresentaram diferentes quantidades de lixiviados no teste de condutividade elétrica. Foi verificado que o embrião é a parte da semente que mais influência nos eletrólitos lixiviados, seguido do pericarpo, meia semente e endosperma. Também informou que o uso das partes das sementes no teste de condutividade elétrica permite a diferenciação da qualidade fisiológica entre genótipos com níveis semelhantes de vigor. Assim como o teste usando sementes seccionadas ao meio, porém com mais facilidade e rapidez de obtenção, em comparação com as sementes inteiras e embrião das sementes.

Marques (2001) também relatou em seu trabalho que o embrião teve a maior contribuição dos eletrólitos lixiviados pelas sementes de milho, seguido pelo pericarpo e endosperma. E que o pericarpo foi a grande barreira à lixiviação de eletrólitos nas sementes inteiras.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

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

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), da Universidade de Brasília, UnB, em Brasília-DF.

### **4.2. Material genético utilizado**

Os genótipos experimentais utilizados no experimento foram híbrido simples e híbrido triplo de milho, da empresa Limagrain, colhidos na safra 2016/17 no ponto de maturidade fisiológica e ambos classificados em peneira 22 M.

### **4.3. Metodologia do seccionamento das sementes ao meio**

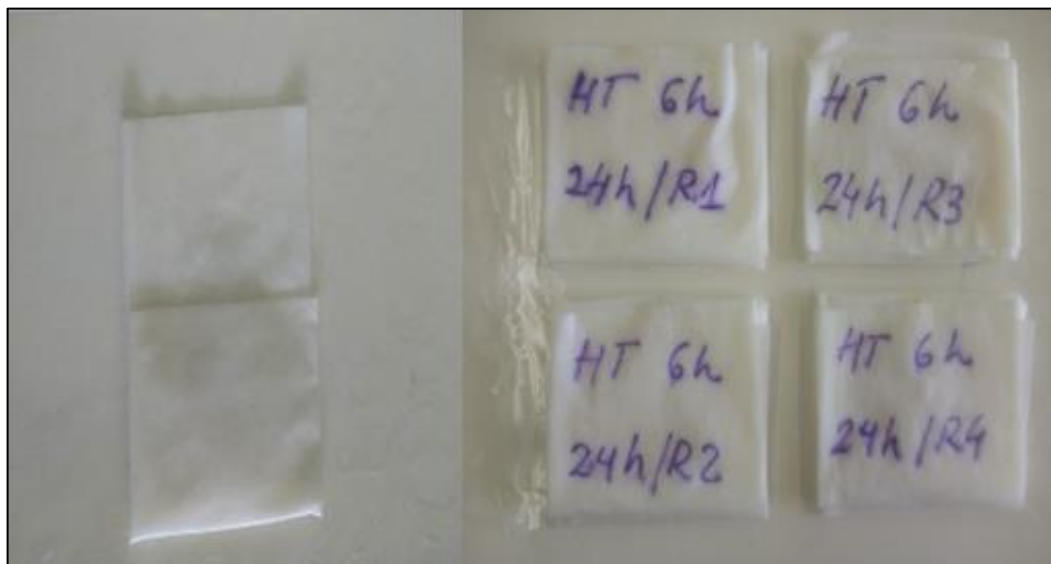
As amostras das sementes dos genótipos de híbridos de milho foram preparadas para secção através do pré-condicionamento em que cada amostra foi envolvida em 3 folhas de papel de germinação (Germitest) umedecidas com água destilada-deionizada numa quantidade de 2,5 vezes o peso do papel, por um período de 4 e outro de 6 horas a 25 °C em câmara de germinação do tipo BOD. Cada amostra foi composta por 50 sementes escolhidas ao acaso, foram colocadas sobre duas folhas do papel, formando uma única camada de sementes, em que todas ficaram em contato com o papel umedecido. Logo após, foi colocada uma outra folha do papel sobre a camada de sementes, envolvendo-as e formando um envelope.

Após este período de pré-condicionamento, as sementes foram seccionadas ao meio no sentido longitudinal com a ajuda de um estilete cirúrgico, descartando posteriormente uma das metades. Na sequência as sementes seccionadas ao meio foram pesadas em balanças de precisão de três dígitos e colocadas para embeber em copos descartáveis de plástico, contendo 75 mL de água destilada-deionizada, por períodos de 2 horas, 4 horas, 6 horas e 24 horas a 25 °C em câmara de germinação do tipo BOD. Após o término de cada período de embebição, foi realizado o teste de condutividade elétrica (subitem 4.4.4.) (TEIXEIRENSE, 2018).



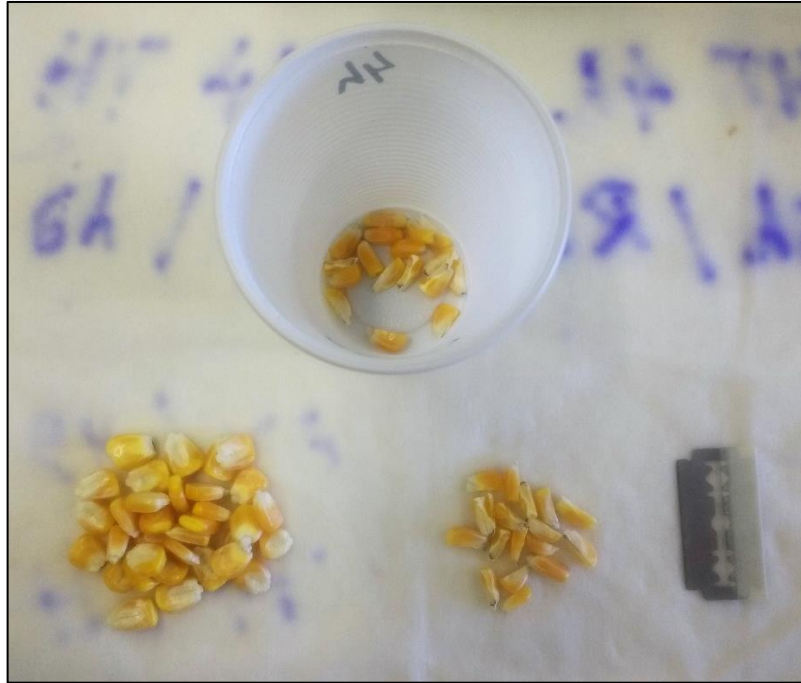
Fonte: Machado (2018).

**Figura 1:** Amostras de sementes separadas e colocada em papel germitest para passar pelo processo de pré-condicionamento.



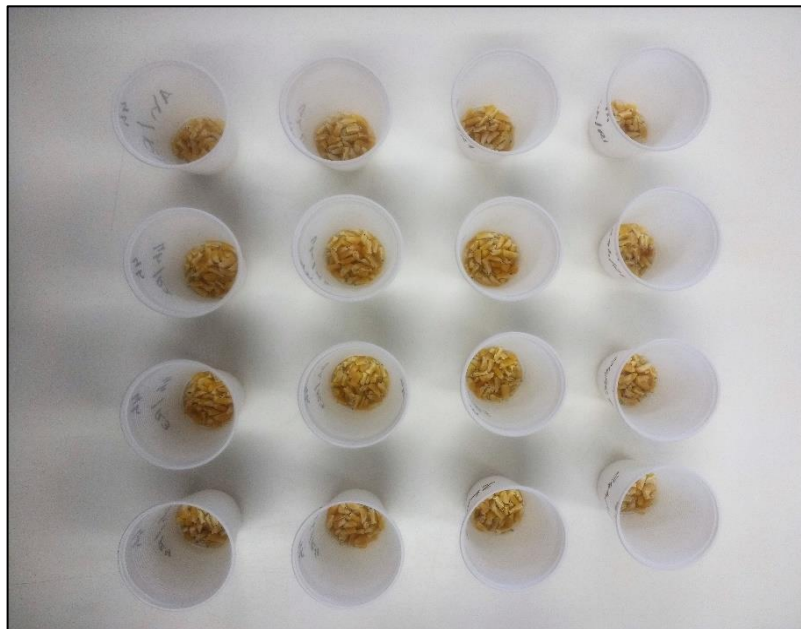
Fonte: Machado (2018).

**Figura 2:** Amostras de sementes totalmente envolvidas pelo papel germitest e pronta para iniciar o processo pré-condicionamento.



Fonte: Machado (2018).

**Figura 3:** Sementes inteiras e sementes seccionadas ao meio com o auxílio de uma lâmina.



Fonte: Machado (2018).

**Figura 4:** Amostras prontas para iniciar o processo de embebição em câmara de germinação.

#### 4.4. Avaliações experimentais

Durante a pesquisa foram realizadas as seguintes avaliações experimentais: teste de teor de água (TA) antes e após o envelhecimento das sementes, teste padrão de germinação em rolo de papel (TPG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (EA) de sementes inteiras e sementes seccionadas ao meio, e

teste de emergência em campo (EC). Cada amostra era composta por 50 sementes selecionadas ao acaso.

#### 4.4.1. Determinação do teor de água das sementes (TA)

Para a realização do teste e determinação do teor de água das amostras, foi utilizado o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, antes e após o envelhecimento das sementes. Cada amostra foi pesada utilizando uma balança de precisão de 0,001g. Os dados foram estimados em porcentagem de base úmida de teor de água (BRASIL, 2009).



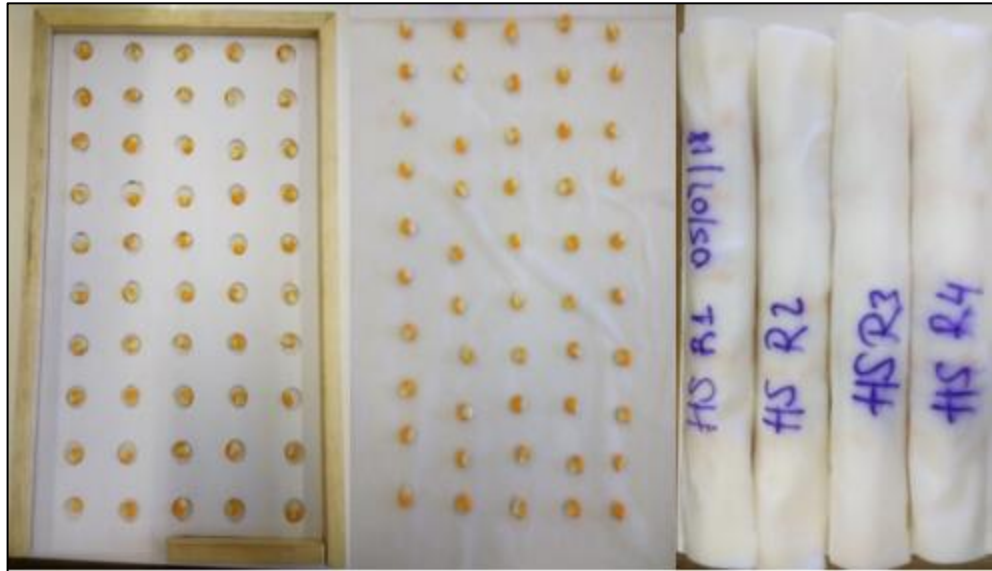
Fonte: Machado (2018).

**Figura 5:** Amostras em recipientes metálicos prontas para serem levadas para a estufa a 105 °C.

#### 4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG) em rolo de papel

As sementes de cada amostra foram selecionadas ao acaso e colocadas sobre o papel de germinação utilizando um contador de sementes, distribuindo-as uniformemente sobre o mesmo, minimizando a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento (BRASIL, 2009). Logo após cada amostra foi embrulhada com o papel de germinação, embebidos com água destilada-deionizada mais 2 mL de nicostatina (para evitar a proliferação de fungos) na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel, formando um rolo de papel e colocados na posição vertical na câmara de germinação tipo BOD, a uma temperatura de 25 °C. A contagem foi realizada cinco dias após a realização da montagem do teste, sendo

avaliado a porcentagem de plântulas normais de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).



Fonte: Machado (2018).

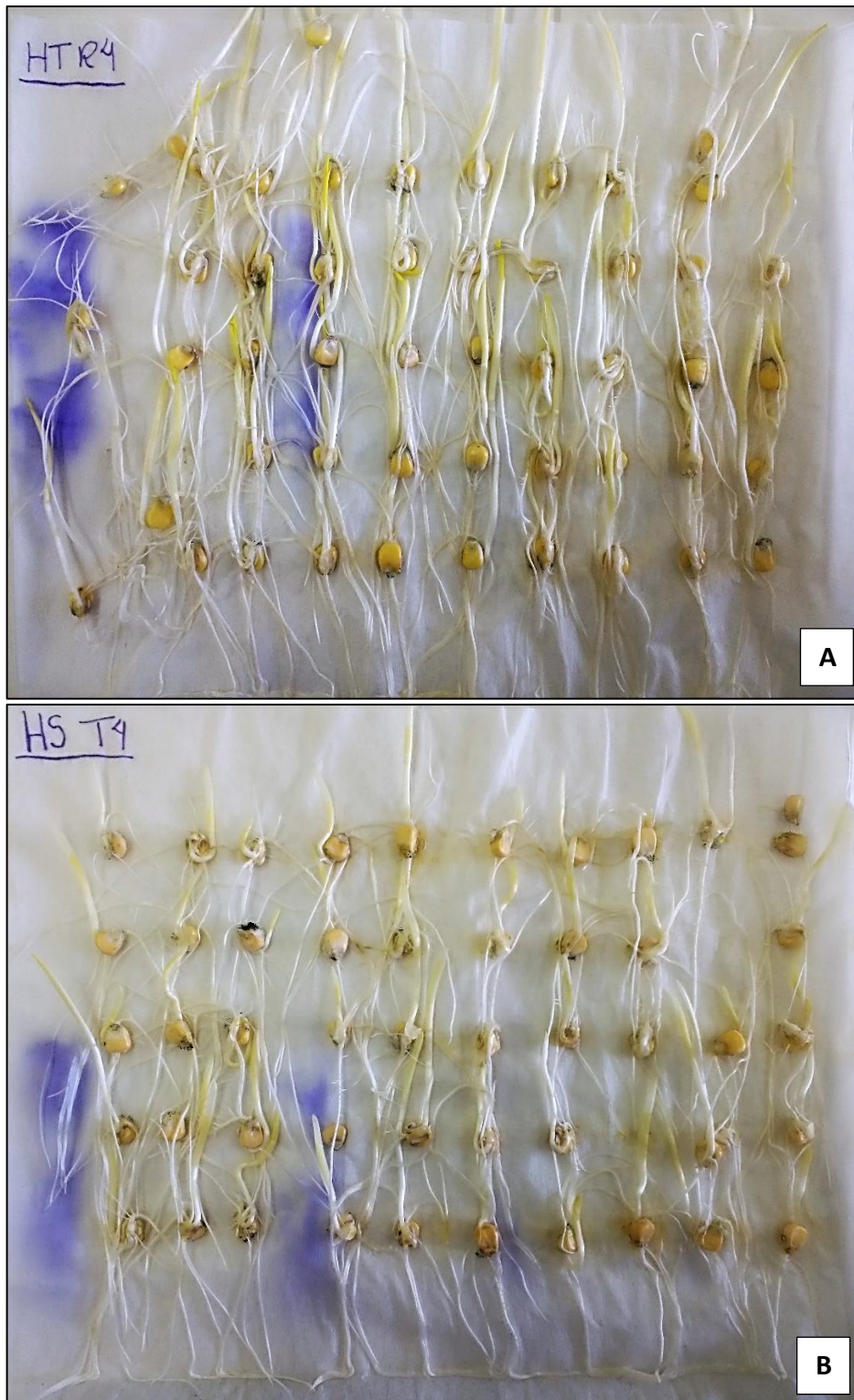
**Figura 6:** Amostras separadas, identificadas e em rolo de papel para serem levadas para a câmara de germinação.



Fonte: Machado (2018).

**Figura 7:** A esquerda se encontram plântulas normais e à direita plântulas anormais.





Fonte: Machado (2018).

**Figura 8:** Plântulas resultantes do processo do teste padrão de germinação. **A:** Plântulas do genótipo híbrido triplo. **B:** Plântulas do genótipo híbrido simples.



Fonte: Machado (2018).

**Figura 9:** A esquerda plântulas normais do genótipo híbrido triplo, e a direita plântulas normais do genótipo híbrido simples.

#### 4.4.3. Envelhecimento acelerado (EA)

As sementes de cada amostra foram alocadas dentro de caixas plásticas denominadas gerbox (10,5 cm x 10,5 cm x 3,0 cm), sobre uma tela de aço inoxidável, formando uma única e uniforme camada, isolando-as de uma camada de água destilada-deionizada de 40 mL no fundo da caixa. Posteriormente as gerbox com as amostras foram levadas para a câmara de germinação tipo BOD, previamente reguladas, onde ficaram acondicionadas por 72 horas à 45 °C (MARCOS-FILHO, 1999; FESSEL et al., 2005).

#### 4.4.4. Teste de condutividade elétrica (CE)

As sementes inteiras e as sementes seccionadas de cada amostra foram pesadas utilizando uma balança de precisão de três dígitos, colocadas para embeber em copo descartáveis contendo 75 mL de água destilada-deionizada, e foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD, à uma temperatura de 25 °C, por períodos de 2 horas, 4 horas, 6 horas (apenas sementes seccionadas ao meio) e 24 horas (ambas sementes).

Foram realizadas 4 repetições de 50 sementes por genótipo de híbrido para realizar a medição da condutividade elétrica da solução das amostras, que ficaram no processo de embebição no período de 24 horas, isso para amostras que continham

sementes inteiras (AOSA, 1983; VIEIRA; KRZYZANOWSKY, 1999). Para as amostras que continham sementes seccionadas ao meio, foram realizadas 4 repetições de 50 sementes por genótipo, para realizar a medição da condutividade elétrica dos diferentes períodos de embebição, que foram de 2 horas, 4 horas, 6 horas e 24 horas à 25 °C.

Após o término de cada período de embebição, foram realizadas as leituras da condutividade elétrica da solução de embebição de cada amostra, tanto das sementes inteiras como das sementes seccionadas ao meio, utilizando um condutivímetro digital modelo CG 2000, da marca Gehaka. Os valores finais de condutividade foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ .



Fonte: Machado (2018).

**Figura 10:** Medição da condutividade elétrica da solução de embebição da amostra de sementes seccionadas ao meio.

#### 4.4.5. Emergência de plântulas em campo (EC)

A emergência de plântulas em campo foi conduzida na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília-DF, em canteiros 1,0 m x 6,0 m, devidamente preparado para a semeadura manual, e solo caracterizado predominante como Latossolo. As sementes para compor as amostras de cada genótipo foram selecionadas ao acaso. Para cada genótipo utilizou-se 4

repetições de 50 sementes cada. Após 7 dias da semeadura, avaliou-se a emergência das plântulas em campo.



Fonte: Machado (2018).

**Figura 11:** Semeadura manual das sementes dos genótipos híbridos em canteiro.



Fonte: Machado (2018).



Fonte: Machado (2018).

**Figura 12.** Plântulas emergidas do genótipo do híbrido simples (esquerda) e plântulas emergidas do genótipo do híbrido triplo (direita).

#### **4.4.6. Análise estatística**

No experimento, foi adotado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em que foi realizado quatro repetições por genótipo experimental para todos os testes. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995). E os dados obtidos a partir dos resultados das avaliações foram analisados pelo software “AgroEstat” (BARBOSA; MALDONADO-JUNIOR, 2015).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do teor de água (TA) nos dois genótipos de milho híbrido apresentaram-se uniformes tanto antes como após o teste de envelhecimento acelerado (EA) (Tabela 1). Esses teores encontram-se dentro do aceitável, cuja diferença entre as amostras não deve ser superior a 2% em ambos momentos (MARCOS-FILHO, 2015).

**Tabela 1.** Valores médios dos testes de teor de água (TA) ( $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ ) antes e após envelhecimento acelerado (EA), germinação (G) (5 dias), envelhecimento acelerado ( $45^{\circ}\text{C}/72\text{h}$ ) e emergência em campo (EC) (7 dias), usando sementes de genótipos de milho híbrido simples e triplo.

GENÓTIPO DE MILHO HÍBRIDO	Teor de Água (TA)		Germinação (G)	Envelhecimento Acelerado (EA)	Emergência em Campo (EC)
	Antes EA	Após EA			
	----- % -----				
SIMPLES	13,32	20,26	86 b <sup>1</sup>	78 b	78 b
TRIPLO	12,77	19,06	97 a	91 a	96 a
Teste F	-	-	15,94**	8,05*	36,45**
DMS	-	-	6,43	11,21	7,59
CV (%)	-	-	4,07	7,66	5,05

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valores significativos ao nível de 1% e \*valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Os valores de germinação observados entre os genótipos, Simples 86% e Triplo 97%, apresentaram diferença estatística significativa. A diferença da germinação (G) foi considerável, 11% entre os genótipos. Contudo, encontraram-se acima do padrão para produção e comercialização de sementes de milho híbrido (porcentagem mínima de 85%) na classe de sementes certificadas C1 (BRASIL, 2005).

Os valores obtidos dos testes de EA e emergência em campo (EC) apresentaram diferenças estatísticas significativas, ficando o genótipo Triplo com os maiores valores e o genótipo Simples com os menores valores (Tabela 1). Assim, considerando os testes de G, EA, e a EC pode-se inferir, fazendo a comparação, que o genótipo Triplo apresenta sementes com maior vigor e o genótipo Simples sementes com vigor mais baixo.

No teste de condutividade elétrica (metodologia normal - CE-N) verificou-se diferença significativa estatística entre os genótipos (Tabela 2). Os valores observados diferenciam perfeitamente o nível de vigor das sementes, alto vigor no genótipo Triplo e baixo vigor no genótipo Simples. Esses resultados da CE-N refletem os valores e a

qualidade fisiológica das sementes, conforme explicaram Vieira e Krzyzanowski (1999).

**Tabela 2.** Valores médios do teste de condutividade elétrica (CE) obtidos pela metodologia normal (25 °C/24h - sementes inteiras - CE-N) e pela nova metodologia proposta com 4 e 6 horas de pré-condicionamento e 2, 4, 6 e 24 h de embebição (sementes seccionadas ao meio - CE-A), em sementes de genótipos de milho híbrido simples e triplo.

GENÓTIPO DE MILHO HÍBRIDO	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA												
	NORMAL	METODOLOGIA											
		NOVA PROPOSTA											
		4 horas pré-condicionamento		6 horas pré-condicionamento		2 h		4 h		6 h		24 h	
	2 h	4 h	6 h	24 h	2 h	4 h	6 h	24 h					
----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----													
SIMPLES	44,95 a <sup>1</sup>	28,14 a	35,20 a	39,49 a	76,33 a	25,97 a	31,80 a	40,41 a	55,43 a				
TRIPLO	12,75 b	14,43 b	18,33 b	21,80 b	37,64 b	12,69 b	16,45 b	19,64 b	35,23 b				
Teste F	542,36**	165,8**	72,61**	84,41**	221,0**	93,46**	24,49**	92,31**	85,66**				
DMS	3,38	2,60	4,84	4,71	6,36	3,36	7,58	5,28	5,34				
CV (%)	6,77	7,07	10,46	8,88	6,45	10,05	18,17	10,18	6,80				

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Com base nas informações de Teixeira (2018), que avaliou o seccionamento de sementes de milho em partes (embrião, endosperma, pericarpo e sementes ao meio), em uma das conclusões sugeriu-se que as sementes seccionadas ao meio permitiram diferenciar genótipos com níveis semelhantes de vigor numa avaliação mais rápida do que o teste CE-N. Neste trabalho a ideia foi desenvolver um teste de CE com uma avaliação mais rápida, mas com a mesma precisão em separar lotes ou genótipos com diferenças no vigor.

A proposta alternativa se baseia em pré-condicionar as sementes, isto é, promover uma pré-embebição em rolo de papel umedecido para facilitar o corte da semente de milho ao meio, com isso dois períodos de pré-condicionamento foram adotados, 4 e 6 h, com quatro tempos de embebição (submersão das sementes) em água destilada, 2, 4, 6 e 24 h. Ao avaliar os resultados da CE-A (metodologia alternativa) verificou-se que existiram diferenças significativas estatísticas nos dois períodos de pré-condicionamento e tempos de embebição. Notou-se que a diferenciação de vigor persistiu, separando o genótipo Triplo, de menor valor de CE e maior vigor de sementes, e o inverso para o genótipo Simples.

Em termos práticos observou-se que as duas horas a mais de pré-condicionamento fizeram com que as sementes seccionadas ao meio apresentassem uma quantidade de lixiviados um pouco menor em quase todos os tempos de

embebição, exceto no tempo de embebição de 6 horas. Contudo, o corte das sementes com 6 h é mais fácil de ser feito do que com 4 h de pré-condicionamento. Também se observou que qualquer arranjo de tempo de pré-condicionamento (4 ou 6 h) e tempo de embebição das sementes (2, 4, 6 e 24 h) pode ser adotado sem prejuízo da precisão. Mas, pode-se recomendar que a metodologia alternativa CE-A que mais se enquadra na ideia de rapidez-precisão seria a de 6 horas de pré-condicionamento com 6 horas de embebição das sementes, devido a quantidade de lixiviados ser muito próxima da metodologia normal (CE-N).

Embora divulgado pela ISTA (2011) e Marcos-Filho (2015), o tempo de 24 horas de embebição das sementes na solução da condutividade, outros autores como Menezes et al. (2007) para aveia preta e Carvalho et al. (2009) em soja, verificaram a possibilidade de redução do período de embebição na avaliação do CE. Dias e Marcos-Filho (1996) concluíram que a redução no período de embebição de sementes de soja para 4 e 8 h, permitiu a identificação de diferenças de vigor mais acentuadas entre os lotes. Em sementes de milho Vidal (2010) usou apenas embriões seccionados para separar lotes de sementes de diferente vigor com avaliação de CE a partir de 30 minutos até 8 h de embebição.

Desta maneira, esses resultados corroboram que a CE-A com 6 h de pré-condicionamento e 6 h de embebição (das sementes seccionadas ao meio) pode ser aplicada em análises de qualidade fisiológica de sementes em programas de qualidade de empresas produtoras de sementes de milho, devido apresentar ganho de tempo em relação à metodologia normal e manter a precisão nos resultados.



## 6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

- A metodologia alternativa (CE-A) do teste de condutividade elétrica com sementes de milho seccionadas ao meio permite separar lotes/genótipos de níveis diferentes de vigor com precisão e rapidez;

- A combinação de 6 h de pré-condicionamento, depois seccionamento das sementes ao meio e posterior 6 h de embebição das partes das sementes de milho apresenta resultados semelhantes à metodologia normal (CE-N) com 24 h de embebição de sementes inteiras.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABREU, L.A.S; CARVALHO, M.L.M.; PINTO, C.A.G.; KATAOKA, V.Y. Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.33, n.4, p.635-642, 2011.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour handbook**. East Lansing, 93p, 1983 (Contribution, 32).
- BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 247 p, 1995.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 396p, 2015.
- BARBOSA-NETO, J.B. TERRA, T.F.; WIETHOLTER, P.; BISPO, N.B.; SERENO, M.J.C.M. Milho. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. (Ed.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.577-598.
- BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M. B.; NELSON, C. J. (Ed.) **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society American, p. 1-25, 1986.
- BINOTTI, F.F.S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E.D.; ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. e Arf, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.
- BRASIL. **Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**. Padrão para produção e comercialização de sementes diversas (milho). Brasília: MAPA, 2005. 46p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília, DF: Mapa/ACS, 399 p, 2009.
- BRUGGINK, H.; KRAAK, H.L.; DIJEMA, M.H.G.E.; BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science and Research**, v.1, p.15-20, 1991.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 588 p.
- CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C.S.; REIS, M.S; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 239-248, 2009.
- COLETE, J. C. F.; VIEIRA, R. D.; DUTRA, A. S. Electrical conductivity and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.386-391, 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira 2017/2018 de grãos**: décimo levantamento de novembro de 2018. Brasília: CONAB, 2018. 178p.

CUNHA, C.S.M. **Condutividade elétrica em diferentes partes de sementes de soja**. 2011. 50f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Pelotas. 2011.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS-FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 5, n.1, p.23-36, 1995.

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 Agricola**, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.427-252, 1973.

FAGIOLI, M. **Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência das plântulas de milho em campo**. 1997. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 1997.

FAGIOLI, M. **Lixiviação de eletrólitos e condutividade elétrica da solução de embebição de sementes de milho**. 2001. 64f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2001.

FERGUSON, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Changes during early soybean seed and axes deterioration. **Crop Science**, v.30, n.1, p.75-179, 1990.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.35-41, 2005.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológicas e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 1,2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, v.20, n.3, p.677-686, 1992.

HEYDECKER, W. Vigour. In: Viability of seeds. **Springer Netherlands**, p.209-252, 1972.

HEYDECKER, W. Vigor. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, p.209-252, 1974.

ISTA - International Seed Testing Association. **Handbook of vigor test methods**. Zurich: ISTA, 1981. 72p.

ISTA - International Seed Testing Association. **International Rules for Seed Testing**. Basesrdorf: ISTA, 2011. 142p.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, v.11, n.3, p.81-84, 2001.

MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-15, 1990.

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

MARCOS-FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMETRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: v.19, n.5, p.605-13, 1984.

MARCOS-FILHO, J. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de semente de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, v.2, p.256, 1982.

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

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.72, n.4, p.363-374, 2015.

MARQUES, R.R. **Influência das partes da semente de milho na lixiviação de eletrólitos medida pela condutividade elétrica**. 2001. 26f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba-MG, 2001.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1981. p.37-41.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.27, n.1, p.177-237, 1999.

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

MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A. e MATTIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.138-142, 2007.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Embrapa Milho e Sorgo/CNPMS**, Sete Lagoas, 2006. p.6 (Circular técnica, n.75).

PEREZ, M.A.; ARGUELLO, J.A. Deterioration in peanut seeds under natural and accelerated aging. **Seed Science and Technology**, v.23, n.2, p.439-445. 1995.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Análise de sementes: Vigor. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas -RS, 2003, p.204-209.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. p.289.

PRADO, J.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; GOMES, M.M.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; HENNING, F.A. **Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com o teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor**. VIII Congresso Brasileiro de Soja, Goiânia-GO, n. 310, p. 972-974, jun. 2018.

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

SIMON, E.W.; RAJA HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Jornal Experimental Botany**, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

TEIXEIRENSE, S.G. **Teste de condutividade elétrica influenciado pelas partes de sementes de milho**. 2018. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília-UnB, Brasília, 2018.

VIDAL, M.D. **Condutividade elétrica massal e individual para determinação do potencial fisiológico de sementes de milho**. 2010. 83f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria. 2010.

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.

VIEIRA, R.D.; PAIVA A., J.A.; PERECIN, D. Electrical conductivity and field performance of soybean seeds. **Seed Technology**, v.21, n.1, p.15-24, 1999.

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

VIEIRA, R.D.; SCAPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, v.61, n.2, p.164-168, 2004.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and Technology**, v.1, n.1, p.127-157, 1973.

WOODSTOCK, L.W.; FURMAN, K.; LEFFLER, H.R. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism, and mineral leaching from cotton seeds. **Crop Science**, v.25, p.459-466, 1985.