

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALINE PEREIRA RIBEIRO

**ESTIMATIVA DA VIABILIDADE DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA POR  
MEIO DAS CARACTERÍSTICAS DO EXSUDATO**

PONTA GROSSA  
2018

ALINE PEREIRA RIBEIRO

**ESTIMATIVA DA VIABILIDADE DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA  
POR MEIO DAS CARACTERÍSTICAS DO EXSUDATO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Área de concentração: Agricultura.  
Linha de Pesquisa: Tecnologia e Produção de  
Sementes.  
Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana. D. L. C. Novembre

PONTA GROSSA  
2018

**Ficha Catalográfica**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

R484           Ribeiro, Aline Pereira  
                  Estimativa da viabilidade das sementes  
                  de aveia preta por meio das  
                  características do exsudato/ Aline Pereira  
                  Ribeiro. Ponta Grossa, 2018.  
                  52f.

                  Tese (Doutorado em Agronomia - Área de  
                  Concentração: Agricultura), Universidade  
                  Estadual de Ponta Grossa.

                  Orientador: Prof. Dr. Ana. D. L. C  
                  Novembre.

                  1.Avena strigosa S. 2.Semente -  
                  germinação. 3.Semente - Períodos de  
                  hidratação. I.Novembre, Ana. D. L. C. II.  
                  Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
                  Doutorado em Agronomia. III. T.

CDD: 631.521



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **"Estimativa de viabilidade das sementes de aveia preta por meio das características do Exsudato"**.

Nome: Aline Pereira Ribeiro

Orientador: Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

Aprovado pela Comissão Examinadora:

  
Profª Drª Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

  
Profª Drª Mônica Jaspers

  
Drº Luciano Henneberg

Data da Realização: 02 de julho de 2018.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por proporcionar-me força e equilíbrio nos momentos difíceis.

Aos meus pais por ser a minha maior referência agradeço ao apoio financeiro, espiritual e pelo incentivo em todo o caminho, também não posso deixar de mencionar o meu irmão Thiago Ribeiro e meu primo Hadson Hoffer por toda ajuda e compreensão, é difícil expressar em palavras todo amor e gratidão que sinto por vocês.

A minha orientadora, Doutora Ana Dionísia L. C. Novembre, obrigada pela compreensão, paciência, apoio, ensinamentos, por entender minhas limitações e não desistir nos contratemplos que ocorreram durante o período experimental.

Aos meus amigos pela diversão, e por ser minha segunda família em toda minha trajetória, agradeço muito por ter vocês e amo a todos, em especial não poderia deixar de mencionar alguns que foram cruciais durante este tempo: A Nathalia Deen (in memória) jamais me esquecerei de você, Franciele, Débora Pinheiro – exemplo de determinação e perseverança, Camile Pissoli – do CAV para o mundo, a Viviane Torcatte – exemplo de humildade, perseverança e de amor fraternal, e por fim ao amigo Raphael Ribeiro; gratidão é a palavra correta por ter vocês.

A Cooperativa Castrolanda Agroindustrial pelo fornecimento das sementes e informações recebidas durante a realização do trabalho.

Por fim não posso deixar de mencionar a equipe do Laboratório de Sementes da ESALQ e ao professor Doutor Eduardo Caíres. Aos alunos e técnicos do laboratório de Fertilidade do Solo por todo apoio concebido, muito obrigada!

**“As pessoas têm medo de tentar, e não querem que você tente! Sabe por quê? Por que elas têm medo que você consiga! E elas sabem que você pode, elas sabem que você tem potencial, elas sabem que você vai conseguir! E quando você conseguir vão dizer que foi sorte, vão dizer que o que você faz é “só besteira”, vão dizer que “desse jeito até elas conseguem”! Deixem que digam, deixem que falem. E quando eles precisarem de ajuda, ajude. O maior ponto do sucesso é estender a mão à quem disse que você não conseguiria!!”(Autor: Whinderdersson Nunes).**

## RESUMO

RIBEIRO, A. P. Estimativa da viabilidade das sementes de aveia preta por meio das características do exsudato. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2018.

A investigação científica na área de Tecnologia de Sementes é baseada em técnicas que visem à redução de custos e de tempo, à padronização, ao aperfeiçoamento e ao estabelecimento dos métodos de análise, para a obtenção de resultados que caracterizem a qualidade das sementes. Nessa pesquisa foi avaliada a viabilidade das sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.) por meio das características do exsudato, utilizando os métodos individual e massal. O objetivo foi de verificar qual o tempo de hidratação (30, 60, 90 e 120 minutos) e o tipo de preparo (semente inteira ou cortada) possibilitam estimar a viabilidade das sementes de aveia preta, por meio das determinações do pH, da condutividade elétrica e da variação da cor do exsudato durante a hidratação das sementes; paralelamente foram avaliados o teor de água, a germinação e a emergência da plântula. O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial  $4 \times 2$  (tempos de hidratação em água e tipos de preparo), com quatro repetições; a análise da variância (ANOVA) foi calculada e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Não é possível estimar a viabilidade das sementes de aveia preta por meio das avaliações do pH, da variação da cor, utilizando a fenolftaleína, e da condutividade elétrica do exsudato dessas sementes, durante a hidratação.

**Palavras – chave:** *Avena strigosa*, germinação da semente, períodos de hidratação da semente.

## ABSTRACT

RIBEIRO, A. P. Evaluation of viability of black oat seeds by exsudate. Dissertation (Master in Agronomy) - Postgraduate Program in Agronomy (Area of Concentration: Agriculture), Ponta Grossa State University. Ponta Grossa, 2018.

Scientific research in the field of Seed Technology is based on techniques that aim to reduce costs and time, standardize, improve and establish methods of analysis, to obtain results that characterize seed quality. In this research the viability of black oat seeds (*Avena strigosa* S.) was evaluated through the exudate characteristics, using the individual and mass methods. The objective of this study was to verify the hydration time (30, 60, 90 and 120 minutes) and the type of preparation (whole or cut seed) that make it possible to estimate the viability of black oat seeds by means of pH determinations, electrical conductivity and color variation of the exudate during the hydration of the seeds; water content, germination and seedling emergence were evaluated. The experimental design was the completely randomized, in a  $4 \times 2$  factorial design (water hydration times and preparation types), with four replications; the analysis of variance (ANOVA) was calculated and the means were compared by the Tukey test, at a 5% probability level. It is not possible to estimate the viability of black oat seeds through pH, color variation using phenolphthalein and the electrical conductivity of the exudate of these seeds during hydration.

**Key words:** *Avena strigosa*; seed germination; periods of hydration of the seed.



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** – Metodologia individual de avaliação da viabilidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.) pelo teste de pH do exsudato..... 21

**Figura 2** – Metodologia massal de avaliação da viabilidade de sementes pelo teste de pH do exsudato, utilizando o tipo de preparo com sementes inteiras..... 23

**Figura 3** – Metodologia massal de avaliação da viabilidade de sementes pelo teste de pH do exsudato, utilizando o tipo de preparo com sementes cortadas.....23

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Resultados da avaliação das sementes de aveia, lotes 2373, 2374, 2375, 2378: germinação (G %), emergência da plântula (EP%) e comprimento da raiz (CR, cm), fevereiro de 2017.

**Tabela 2** – Resultados da avaliação das sementes de aveia, lotes 2373, 2374, 2375, 2378: germinação (G %), emergência da plântula (EP%) e comprimento da raiz (CR, cm), fevereiro de 2018.

**Tabela 3** – Resultados da avaliação da viabilidade das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, por meio da variação dos valores do pH do exsudato das sementes, método das sementes individuais, em função dos períodos de hidratação e dos métodos de preparo.

**Tabela 4** – Valores da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) do exsudato das sementes da aveia preta, pelo método das sementes individuais.

**Tabela 5** - Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, relacionada à variação da cor da solução de hidratação, utilizando as sementes inteiras e o método da semente individual (**% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e semente não germinada (SNG)**).

**Tabela 6** - Resultados da viabilidade das da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, relacionada à variação da cor da solução de hidratação, utilizando as sementes cortadas e o método de preparo das sementes individuais (**% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e sementes não germinadas (SNG)**).

**Tabela 7** – Resultados da viabilidade das sementes de aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, em função da variação da cor do exsudato, nos diferentes tempos de hidratação para o método das sementes individuais.

**Tabela 8** – Resultados da viabilidade das sementes de aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, em função da variação da cor do exsudato, nos diferentes tempos de hidratação para o método das sementes individuais.

**Tabela 9**– Desdobramento da interação entre tempo de hidratação (TH) e métodos de preparo (SI e SC) para plântulas normais (PN) do lote 2374.

**Tabela 10** – Valores do pH no método massal decorrentes dos períodos de hidratação e dos tipos de preparo das sementes da aveia preta.

**Tabela 11** – Resultados da determinação da condutividade elétrica das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, por meio do método massal.

**Tabela 12** - Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato pelo método massal, utilizando as sementes inteiras (**% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e semente não germinada (SNG)**).

**Tabela 13** - Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato pelo método massal, utilizando as sementes cortadas (**% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e semente não germinada (SNG)**).

**Tabela 14** – Resultados relacionados à viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato, avaliados pelos diferentes tempos de hidratação para o método massal.

**Tabela 15** – Resultados relacionados à viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato, utilizando os dois métodos de preparo das sementes para o método massal.

**Tabela 16** – Desdobramento da interação entre tempo de hidratação (TH) e métodos de preparo (SI e SC) para a caracterização da plântula normal (PN) originada das sementes de aveia preta, do lote 2373.

# SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 HIPÓTESES</b> .....	<b>13</b>
<b>2.0 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 Objetivos Específicos .....	14
<b>3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1.1 Importância da cultura da aveia preta ( <i>Avena strigosa S.</i> ) .....	15
3.1.2 Análise da Qualidade de Sementes .....	16
3.1.3 Teste de pH do Exsudato.....	17
<b>4.0 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
4.1.1 Local do Experimento .....	19
4.1.2 Sementes .....	19
<b>4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO FISIOLÓGICO</b> .....	<b>19</b>
4.2.1. Teor de água .....	19
4.2.2 Teste de germinação.....	19
4.2.2.1 Primeira contagem de germinação .....	20
4.2.2.2 Avaliação do comprimento da raiz da plântula .....	20
4.2.3 Emergência da plântula .....	20
<b>4.3 AVALIAÇÕES DO EXSUDATO DA SEMENTE POR MEIO DAS DETERMINAÇÕES DOS VALORES DO pH E DA CE E DA VARIAÇÃO DA COR DO EXSUDATO</b> .....	<b>21</b>
4.3.2 Método massal – Avaliações do exsudato de 25 sementes, inteiras ou cortadas, por meio das determinações dos valores do pH e da condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato.....	22
<b>4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>24</b>
<b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA</b> .....	<b>25</b>
<b>5.2 PARÂMETRO FISIOLÓGICO</b> .....	<b>25</b>
<b>5.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO EXSUDATO DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA, UTILIZANDO A AVALIAÇÃO DA SEMENTE INDIVIDUAL</b> .....	<b>27</b>
5.3.1 Determinação do pH do exsudato .....	27
5.3.2 Determinação da condutividade elétrica do exsudato .....	29

<b>5.4 MÉTODO MASSAL DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA PELA DETERMINAÇÃO DO pH DO EXSUDATO.....</b>	<b>39</b>
5.4.1 Determinação do pH do exsudato das sementes da aveia preta .....	39
5.4.2 Determinação da Condutividade Elétrica.....	40
<b>6.0 CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

A aveia é uma das principais plantas utilizadas no Sul do Brasil, quando há o intuito de diversificação na exploração agrícola, e a área de cultivo desta planta aumenta continuamente, em razão da necessidade de alternativas para rotação de culturas. O cultivo é realizado com as finalidades de cobertura verde ou morta do solo no inverno, para a forragem verde, o feno, a silagem ou a produção de grãos, antecedendo à implantação das culturas do verão (PACHECO, et al., 2014).

A utilização de sementes com alta qualidade é o ponto de partida para haver a adequada emergência da plântula e a uniformidade da população das plantas de aveia, requisito básico de uma lavoura com elevado potencial de produtividade (OLIVEIRA et al., 2014).

A avaliação da qualidade da semente é essencial para o controle da qualidade, pois quando efetuada corretamente permite estimar a probabilidade das sementes germinarem em condições de campo, favorecendo o retorno esperado (SOUZA et al., 2010).

Por outro lado, a rapidez na avaliação da qualidade das sementes contribui para as decisões nas etapas finais da produção e durante o armazenamento e a comercialização das mesmas, especialmente quando é possível optar pelo uso de testes rápidos, além do teste de germinação (FESSEL et al., 2010).

O teste mais utilizado atualmente para avaliar a qualidade das sementes é o de germinação (PASSOS et al., 2008), o que para algumas sementes pode levar semanas ou até mesmo meses, especialmente para as sementes de algumas espécies florestais. O desenvolvimento e o aprimoramento de métodos para os testes, que possibilitem a obtenção imediata dos resultados, para avaliação da viabilidade das sementes aumentam a eficiência do processo de produção, por facilitar as decisões em diferentes momentos desse processo.

Dentre os testes rápidos para verificar a qualidade das sementes, estão incluídos os de condutividade elétrica e pH do exsudato. Estes testes são baseados na integridade dos sistemas de membranas das sementes. O princípio destes métodos baseia-se nos exsudatos liberados na solução de hidratação das sementes (MATTOS, 2009). As comparações entre os valores dos solutos liberados pelas sementes possibilitam

classificar as sementes em níveis distintos de qualidade (MATTHEWS; POWELL, 2006).

Diante do exposto, nesta pesquisa foram avaliadas as características do exsudato durante a hidratação das sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.), com ênfase para o estudo dos períodos da hidratação e dos tipos de preparo das sementes, utilizando o método das sementes individuais e massal.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Diversos estudos ressaltam a importância do desenvolvimento de testes rápidos para a avaliação da viabilidade de sementes. O aprimoramento de técnicas rápidas e simples, que forneçam, com precisão, informações sobre a qualidade das sementes, como é o caso da planta da aveia, pode contribuir para a seleção de lotes em programas de controle de qualidade e, conseqüentemente, ampliar a eficiência do sistema de produção.

Os testes clássicos para a verificação da viabilidade de sementes, como os de germinação e tetrazólio, são rotineiramente utilizados, mas, apresentam inconveniências quanto ao tempo de execução. Dentro desse contexto, outras opções podem ser viáveis.

## **1.2 HIPÓTESES**

Os resultados relacionados às avaliações das características do exsudato, tais como o pH, a condutividade elétrica e a variação da cor, têm possibilidade de determinar a viabilidade das sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.).

## 2.0 OBJETIVO GERAL

Verificar a adequação das características do exsudato para estimar a viabilidade das sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.), em função do estudo dos tempos de hidratação e dos tipos de preparo das sementes.

### 2.2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a interferência do tempo de hidratação das sementes de aveia preta, utilizando os métodos individual e massal, para determinar o pH, a condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato durante a hidratação dessas sementes.
- Avaliar a interferência do preparo das sementes de aveia preta, para determinar o pH, a condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato durante a hidratação dessas sementes.
- Avaliar a relação entre os resultados do pH, da condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato durante a hidratação das sementes de aveia preta, e os do teste de germinação.



### 3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1.1 Importância da cultura da aveia preta (*Avena strigosa* S.)

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreber) é uma gramínea rústica, utilizada como forrageira e como cultura para adubação verde de inverno em sistema de rotação de culturas, e adaptada às condições ambientais dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, parte de São Paulo e Mato Grosso do Sul (NAKAGAWA et al., 2004).

No Brasil, são cultivadas duas espécies de aveia que têm variações das características fenotípicas e agronômicas. A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) que é uma espécie diplóide e as aveias branca e amarela que são espécies hexaplóides e, antigamente, eram classificadas em duas espécies botânicas: *Avena sativa* L. (branca) e *Avena byzantina* K. Koch (amarela). Recentemente, variedades dessas espécies foram cruzadas entre si, de modo que hoje é difícil distingui-las. Assim, a aveia normalmente utilizada para a produção de grãos, branca ou amarela, é a *Avena sativa* (FEDERIZZI et al., 2014).

A aveia preta (*Avena strigosa* S.) é utilizada como cobertura de solo após o cultivo da soja; antecedendo a próxima cultura do verão, pode ser usada, como forrageira para alimentar aos animais, no período de outono e inverno-primavera no Sul do Brasil. É um importante componente do sistema de rotação e sucessão de culturas, propicia melhorias ao sistema de cultivo tanto nas propriedades físicas como químicas do solo. Outros benefícios da aveia são a redução da quantidade de plantas daninhas e a menor incidência de pragas e doenças em campo; também é fonte de fibra e energia para a alimentação dos ruminantes (FEDERIZZI et al., 2014).

O cultivo da aveia para cobertura do solo foi fundamental para a eficiência do plantio direto, iniciado nos anos 1970. O sistema de plantio direto na palha contribui para a manutenção da água no solo, a supressão de plantas daninhas, a reciclagem de nutrientes e redução da erosão do solo (CARVALHO et al., 2014).

As áreas cultivadas são relativamente pequenas e têm expressão na América do Sul (Brasil, Argentina e Chile). A estimativa da área destinada para tais fins (aveia destinada à produção de forragem ou cobertura) é de, aproximadamente, 5 milhões de hectares. No Brasil, segundo dados da Conab (2015), há variação da área plantada com aveia. Essa informação foi revista e atualmente os dados estatísticos relacionados a

produção da aveia preta, destinada para pastagem ou cobertura de solo (que não é colhida para grãos), são atualmente publicados isoladamente dos dados da aveia branca (FEDERIZZI et al., 2014).

### 3.1.2 Análise da Qualidade de Sementes

A análise de sementes é o exame de uma amostra com a finalidade de estabelecer a qualidade das sementes de um determinado lote, e é definida por parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário (LOPES & NASCIMENTO, 2009).

Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) têm os procedimentos básicos exigidos para a obtenção das amostras, para os métodos de determinação da qualidade das sementes, para a indicação e a comparação dos resultados da análise das sementes produzidas e comercializadas no território brasileiro.

Para a produção da semente, independentemente da espécie vegetal, é essencial avaliar a qualidade da semente. A agilidade para obtenção de resultados é imprescindível para os programas de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes. Para Luz et al. (2010), os testes rápidos são importantes para avaliação da qualidade das sementes, pois os resultados são obtidos rapidamente e podem ser analisados imediatamente.

No entanto, para determinar o parâmetro fisiológico das sementes de aveia preta (*Avena strigosa* S.) ainda têm dificuldades, devido à falta de testes padronizados (GARCIA; MENEZES, 1999; BORSATO et al., 2000). As pesquisas publicadas referem-se, por exemplo, à adubação nitrogenada, que mostraram efeitos na produtividade dessas sementes, nos componentes da produção e na qualidade (NAKAGAWA et al., 2000; SCHUCH et al., 1999), todavia são escassos as informações com trabalhos que avaliam o parâmetro fisiológico e a conservação destas sementes.

Os testes rápidos são de fundamental importância em programas de controle de qualidade de sementes, pois há a possibilidade de serem utilizados em diferentes momentos durante a produção (FERNANDES; SADER; CARVALHO, 1987). Esses testes se baseiam, principalmente, em propriedades físicas e fisiológicas das sementes, envolvendo processos respiratórios, ou ainda, a permeabilidade da membrana, ao avaliar

a perda de metabólitos durante o processo de hidratação das sementes. Dentre os testes básicos para análise das sementes, estão os de germinação e de tetrazólio.

### 3.1.3 Teste de pH do Exsudato

Este teste é baseado na integridade dos sistemas de membranas das sementes e têm se destacado por identificar o processo de deterioração. O princípio do teste é que na medida em que a semente se deteriora aumenta a liberação dos íons  $H^+$ , fazendo com que o meio em que as sementes estão fique mais ácido (BORGHETTI; FERREIRA, 2004).

De acordo com Piña-Rodrigues et al. (2004), o teste de pH do exsudato é uma técnica bioquímica que se baseia nas reações químicas que ocorrem no processo de deterioração e que podem determinar a redução da viabilidade das sementes. O teste se baseia em que sementes em avançado grau de deterioração liberam mais íons  $H^+$ , tornando o meio em que se encontra mais ácido.

O processo de deterioração tem como alteração bioquímica inicial a desestruturação do sistema de membranas ao nível celular (KOOSTRA & HARRINGTON, 1973). A desestruturação de membrana leva a um desequilíbrio na sua capacidade de regular o fluxo de solutos, em ambos os sentidos, tanto na célula como na organela (RIBEIRO, 2000).

A perda da integridade ou descontinuidade das membranas, com a consequente lixiviação de íons e metabólitos voláteis, em quantidades diferentes, ocorre em função do grau de deterioração das sementes (CHEN & BURRIS, 1991). Sementes com baixa viabilidade e vigor apresentam maior lixiviação de solutos do que as sementes vigorosas e com alta germinação (HAMPTON, 1995).

Segundo Peske & Amaral (1994), os açúcares, os ácidos orgânicos e os íons contribuem na acidificação do meio e causam a redução do pH do meio em que as sementes hidratam-se.

Dentre as soluções usadas como indicadoras de pH está a solução de fenolftaleína. O teste de pH do exsudato com fenolftaleína foi utilizado para determinar a viabilidade de sementes de soja por Peske & Amaral (1984), e de feijão por Fernandes et al. (1987). Segundo estes pesquisadores o tempo de 30 minutos para a hidratação é o mais eficiente para estimar a viabilidade dessas sementes.

O teste do pH do exsudato baseado na alteração do pH, causada pela exsudação de lixiviados, tem correlações significativas com o teste padrão de germinação para sementes de diferentes espécies, a exemplo da soja (SANTANA et al. 1998).

Os testes para a avaliação rápida da viabilidade das sementes, como o teste de pH de exsudato permite obter informações com maior rapidez e também fornecer respostas que possam complementar o teste de germinação em um período de tempo menor (GONÇALVES et al., 2008).

Apesar da simplicidade e rapidez do teste de pH do exsudato a avaliação baseada somente na cor pode causar erro na interpretação dos resultados. Isto pode ocorrer pela influência de fatores como o teor de água da semente, temperatura e tempo de hidratação (SANTANA et al., 1998).

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### 4.1.1 Local do Experimento

As análises foram feitas inicialmente no Laboratório de Análise de Sementes da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ); e finalizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

### 4.1.2 Sementes

Para a pesquisa foram utilizadas sementes da aveia preta (*Avena strigosa* S.), cultivar Embrapa 29, lotes 2373, 2374, 2375, 2378, produzidas no Estado do Paraná, fornecidas pela Cooperativa Castrolanda Agroindustrial. Durante o período experimental, as sementes permaneceram armazenadas em sacos de papel, do tipo Kraft, em ambiente controlado (20°C e 50% de umidade relativa do ar).

## **4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO FISIOLÓGICO**

A qualidade inicial das sementes de aveia preta foi avaliada, utilizando quatro repetições, pelas seguintes determinações:

### 4.2.1. Teor de água

O método utilizado foi o da estufa a 105±3 °C, durante 24 h, com duas sub-amostras de 5,0 g por lote, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados são expressos em porcentagem (base úmida).

### 4.2.2 Teste de germinação

Para esta determinação foram avaliadas 200 sementes (quatro repetições de 50), distribuídas sobre papel Germitest, umedecido com água em quantidade equivalente a

2,5 vezes a massa do papel, mantidas em germinador a 20 °C. As avaliações foram realizadas aos dez dias após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O resultado é expresso em porcentagem de plântulas normais.

#### 4.2.2.1 Primeira contagem de germinação

Para esta determinação as sementes foram colocadas para germinar conforme descrito para o teste de germinação e avaliadas aos cinco dias após o início do teste. O resultado é expresso em porcentagem de plântulas normais.

#### 4.2.2.2 Avaliação do comprimento da raiz da plântula

Para esta determinação as sementes foram colocadas para germinar conforme descrito para o teste de germinação, mas distribuindo 10 sementes no terço superior da folha do papel Germitest. A avaliação do comprimento da raiz da plântula foi aos cinco dias após o início do teste, utilizando uma régua milimetrada. O comprimento médio da raiz foi obtido a partir das medidas das plântulas de cada repetição, dividido por 10 sementes, o resultado é expresso em centímetros.

#### 4.2.3 Emergência da plântula

As sementes foram colocadas em bandejas plásticas contendo areia, umedecida com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção deste substrato. As caixas foram mantidas em ambiente natural até aos doze dias após a instalação do teste, quando as plântulas foram avaliadas. Os resultados são expressos em porcentagem de plântulas normais emersas (BRASIL, 2009).

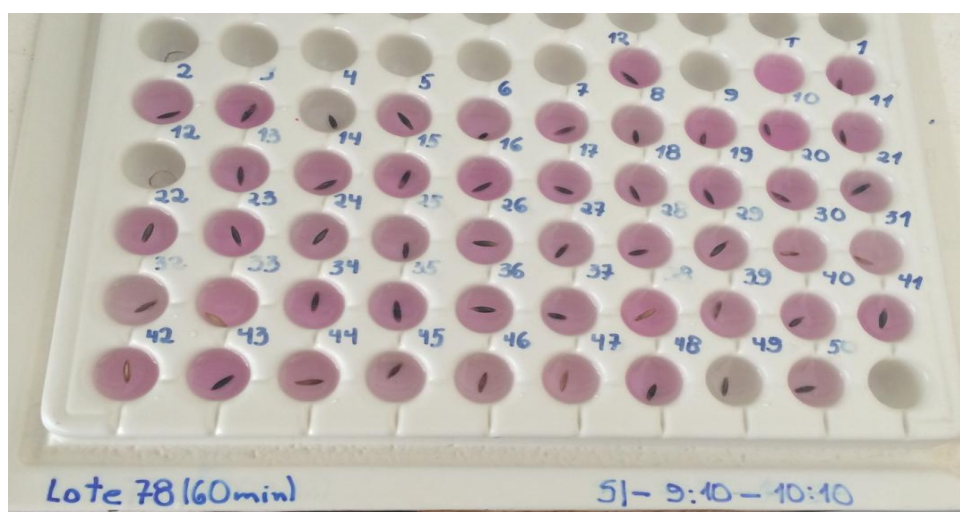
Após a caracterização da qualidade inicial, as sementes da aveia preta, dos quatro lotes, foram estudadas quanto às características do exsudato das sementes, para relacionar esses resultados com os do teste de germinação; os métodos estudados foram o individual e o massal, com variações dos tipos do preparo das sementes (inteira ou cortada) e dos períodos de hidratação (30, 60, 90 ou 120 minutos).

### 4.3 AVALIAÇÕES DO EXSUDATO DA SEMENTE POR MEIO DAS DETERMINAÇÕES DOS VALORES DO pH E DA CE E DA VARIAÇÃO DA COR DO EXSUDATO

4.3.1 Método da semente individual – Avaliações do exsudato da semente individual, semente inteira ou cortada, por meio das determinações dos valores do pH e da condutividade elétrica e da variação da cor do exsudato.

Para a avaliação da semente individual da aveia preta, dos lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, foram avaliadas 200 sementes (quatro repetições de 50) utilizando: I – sementes inteiras; II – sementes cortadas e quatro períodos de hidratação.

Assim, as sementes, inteiras ou cortadas, foram colocadas individualmente em bandejas plásticas contendo células individualizadas e em cada célula foram colocados 3 mL de água destilada fervida e, a seguir, as sementes foram mantidas em hidratação por 30, 60, 90, e 120 minutos, em ambiente controlado a 20°C.



**Figura 1** – Método para estimar a viabilidade das sementes de aveia preta, em função das avaliações do exsudato da semente individual, utilizando a SI ou SC, para determinar os valores do pH e da condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato.

Para a determinação do pH foi utilizado o peagâmetro de bancada, Marte Científica MB10. O equipamento foi calibrado para os valores de pH 5 e 7, e após os períodos de hidratação correspondentes foram realizadas as leituras.

Para a determinação da condutividade elétrica foi utilizado o condutivímetro de bancada, Marte Científica MB11. O equipamento foi calibrado com solução de calibração de 123,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e as avaliações foram feitas após a leitura do pH.

Para avaliar a variação da cor do exsudato, foi adicionada 1 gota da solução indicadora em cada célula da bandeja, seguido de agitação dos exsudatos por meio de um bastonete de vidro; comparando a coloração do exsudato de cada célula com uma célula controle com água destilada, sem sementes (prova em branco). A solução indicadora foi preparada conforme indicado por Cabrera & Peske (2002): 1g de fenolftaleína dissolvido em 100 mL de álcool, com posterior adição de igual volume de água destilada e fervida, misturada na proporção de 1:1, com solução de carbonato de sódio anidro (0,40g/200 mL de água destilada e fervida). O critério para avaliação da variação da cor da solução de hidratação das sementes da aveia preta foi o visual e as cores rosa forte e rosa médio foram relacionadas às sementes viáveis (plântulas normais) e as cores, rosa fraco e incolor às sementes não viáveis (plântula anormal ou semente morta).

4.3.2 Método massal – Avaliações do exsudato de 25 sementes, inteiras ou cortadas, por meio das determinações dos valores do pH e da condutividade elétrica e a variação da cor do exsudato

Para a avaliação do exsudato pelo método massal foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, imersas em 9 mL de água destilada em copos plásticos de 50 mL, por 30, 60, 90 e 120 minutos, utilizando os dois tipos de preparo, a semente inteira e a semente cortada.

Ao término de cada período de hidratação foram determinados o pH da solução de hidratação das sementes, a condutividade elétrica e a cor. Para caracterizar a variação da cor, foram adicionadas 10 gotas de solução indicadora (preparada conforme indicado anteriormente) para a avaliação das sementes inteiras e 20 gotas para as cortadas, seguido de agitação dos exsudatos por meio de um bastonete de vidro; além da avaliação da água destilada, sem sementes, que constituiu o controle.





**Figura 2** – Método para estimar a viabilidade das sementes de aveia preta, em função das avaliações do exsudato de 25 sementes (método massal), utilizando as sementes inteiras, para determinar os valores do pH e da condutividade elétrica e a variação da cor.



**Figura 3** – Método para estimar a viabilidade das sementes de aveia preta, em função das avaliações do exsudato de 25 sementes (método massal), utilizando as sementes cortadas, para determinar os valores do pH e da condutividade elétrica e a variação da cor.

#### **4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 4 X 2, sementes inteiras e sementes cortadas e quatro períodos de hidratação (30, 60, 90 e 120 minutos).

Os resultados foram analisados quanto à variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey, com 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA**

O teor de água das sementes da aveia preta variou entre 10,9 e 11,6%, resultados decorrentes do ambiente de armazenamento destas sementes, câmara fria (7°C e 50% de umidade relativa do ar). Esta variação indica que o teor de água não interferiu nos resultados obtidos nas avaliações da qualidade destas sementes. As sementes ficaram armazenadas em um período de aproximadamente 1 ano e 3 meses.

Essa variação é considerada natural, pois as sementes são higroscópicas e o teor de água varia em função das variações do ambiente (POPINIGIS, 1977).

### **5.2 PARÂMETRO FISIOLÓGICO**

Os resultados da germinação das sementes da aveia preta (Tabela 1), obtidos em fevereiro de 2017, indicaram diferenças estatísticas em função da variação da qualidade das dos quatro lotes, classificando estas em três níveis de qualidade. As sementes do lote 2373 tinham a maior germinação, as do lote 2378 valor intermediário e dos lotes 2374 e 2375 os menores valores, que foram similares em termos estatísticos. Os resultados obtidos em fevereiro de 2018 (Tabela 2) evidenciaram a diferença entre a qualidade das sementes do lote 2373 e dos demais. Além disto, em função da análise estatística dos dados obtidos na germinação das sementes da aveia preta o coeficiente de variação mostra que houve um bom controle experimental dos ensaios (SANTANA e RANAL, 2004).

Menezes et. al. (2011) afirmaram que a aveia preta é uma espécie forrageira cujas sementes têm dormência primária com intensidade variável, fato que foi confirmado pelo resultado do teste de germinação das sementes do lote 2375; as demais sementes não tinham dormência.

**Tabela 1** – Resultados da avaliação das sementes de aveia, lotes 2373, 2374, 2375, 2378: germinação (G %), emergência da plântula (EP%) e comprimento da raiz (CR, cm), fevereiro de 2017.

Lotes	G (%)	EP (%)	CR (cm)
2373	91a	96a	6,85a
2374	66c	69c	4,92b
2375	56c	76b	3,60b
2378	77b	88ab	5,20b
CV (%)	6.90	8.26	14.99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** – Resultados da avaliação das sementes de aveia, lotes 2373, 2374, 2375, 2378: germinação (G %), emergência da plântula (EP%) e comprimento da raiz (CR, cm), fevereiro de 2018.

Lotes	G (%)	EP (%)	CR (cm)
2373	83a	93a	12,98a
2374	64b	71c	9,97ab
2375	62b	70c	7,68b
2378	71ab	83ab	11,18ab
CV (%)	10,47	9,16	18,91

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento médio da raiz (Tabelas 1 e 2), determinado em 2017, classificou as sementes do lote 2373 como estatisticamente superiores às sementes dos demais lotes e em 2018 os resultados referentes às sementes do lote 2373 superaram as do lote 2375, sem variação estatística significativa entre os demais valores.

Os resultados relacionados à emergência da plântula (Tabelas 1 e 2), caracterizaram as variações da qualidade entre as sementes dos quatro lotes de forma similar aos resultados do teste de germinação, mas possibilitaram destacar as sementes dos lotes 2374 e 2375 como as de qualidade inferior.

A variação dos resultados (Tabela 1 e 2) obtida na determinação da qualidade inicial das sementes de aveia preta foi considerada adequada para a pesquisa proposta, pois, em princípio, favorece a verificação da adequação dos métodos estudados, que visaram estimar a viabilidade das sementes da aveia preta.

### **5.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO EXSUDATO DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA, UTILIZANDO A AVALIAÇÃO DA SEMENTE INDIVIDUAL**

Para caracterizar o exsudato durante a hidratação das sementes de aveia preta dos lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, que tinham inicialmente qualidades distintas, conforme verificado pelos resultados das Tabelas 1 e 2, foram avaliados os períodos de 30, 60, 90 e 120 minutos para a hidratação das sementes utilizando sementes inteiras ou cortadas. Assim, para estimar a viabilidade das sementes destes quatro lotes foram avaliados o pH do exsudato da solução de hidratação das sementes, a condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes, e a variação da cor da solução de hidratação das sementes utilizando a fenolftaleína.

#### **5.3.1 Determinação do pH do exsudato**

Não houve variação estatística significativa para a maioria dos resultados da avaliação do pH da solução de hidratação das sementes de aveia preta (Tabela 3), lotes 2373, 2374, 2375 e 2378.

No entanto, os resultados das sementes dos lotes 2374 e dos lotes 2375 e 2378, tiveram variações significativas, que destacaram as diferenças entre os períodos de hidratação e os tipos de preparo, respectivamente (Tabela 3). Porém, não houve coerência destes resultados, porque as variações foram somente aos 30 e aos 120 minutos, sem variação para os períodos de tempo intermediários e, além disso, as sementes inteiras liberaram menos exsudatos do que as cortadas.

**Tabela 3** – Resultados da avaliação da viabilidade das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, por meio da variação dos valores do pH do exsudato das sementes, método das sementes individuais, em função dos períodos de hidratação e dos métodos de preparo.

Tempo de hidratação (TH)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30	6,74a	6,40b	6,73a	7,01a
60	6,64a	6,56ab	6,56a	6,95a
90	6,84a	6,65a	6,53a	7,19a
120	6,71a	6,43b	6,46a	6,92a
Modo Preparo (MP)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
Semente Inteira - SI	6,76a	6,50a	6,68a	7,11a
Semente Cortada - SC	6,71a	6,52a	6,46b	6,93b
Interação (Int.)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30 X SI	6,81a	6,40a	7,15a	7,13a
60 X SI	6,53a	6,65a	6,32b	7,15a
90 X SI	6,83a	6,64a	6,67ab	7,28a
120 X SI	6,86a	6,40a	6,61a	6,87a
30 X SC	6,67a	6,40a	6,31a	6,90a
60 X SC	6,74a	6,46a	6,81a	6,75a
90 X SC	6,85a	6,67a	6,39a	7,09a
120 X SC	6,56a	6,47a	6,32a	6,98a
Prob. (TH)	0, 2848	0, 0079	0, 2802	0, 1502
Prob. (MP)	0, 4832	0, 6614	0, 0249	0, 4669
Inter.	0, 1008	0, 3224	0, 0006*	0, 2081
CV (%)	3,02	2,26	4,12	3,40

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variações dos resultados dos valores do pH do exsudato das sementes de aveia preta (Tabela 3) não tiveram relação com os níveis de qualidade inicialmente determinados para as sementes dos lotes 2373, 2374, 2375 e 2378; mesmo as eventuais variações estatísticas significativas não foram suficientes para caracterizar as variações de qualidade entre as sementes dos quatro lotes, em função dos resultados obtidos nos testes de germinação e de emergência da plântula e na avaliação do comprimento da raiz da plântula (Tabelas 1 e 2), independentemente do tempo de hidratação das sementes e do tipo de preparo das sementes de aveia preta.

Quando se refere aos métodos de preparo para a determinação dos valores de pH, os valores obtidos com as sementes cortadas foram inferiores aos das sementes inteiras, para os lotes 2375 e 2378. Estes resultados não corresponderam ao esperado, pois, de acordo com Cabrera; Peske (2002); Carvalho et al. (2002), Peske; Amaral (1986) e Rech et al. (1999), durante o período de hidratação ocorrem a liberação dos

ácidos orgânicos, açúcares e íons que acidificam a solução de hidratação da semente e que sementes deterioradas ou com injúria favorecem a lixiviação.

O essencial é que estes resultados não foram suficientes para identificar as variações de qualidade entre as sementes dos quatro lotes, como determinado pelos resultados da germinação, da emergência da plântula e do comprimento da raiz da plântula (Tabelas 1 e 2).

### 5.3.2 Determinação da condutividade elétrica do exsudato

Os resultados da determinação da condutividade elétrica (Tabela 4) das sementes da aveia preta, obtidos pela avaliação das sementes individuais, hidratadas por 30, 60, 90 e 120 minutos, inteiras ou cortadas indicaram que houve amplitude de variação entre os valores da condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes de aveia preta. Os valores foram heterogêneos, tendo sementes com dados abaixo da média e valores extremos.

**Tabela 4** – Valores da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) do exsudato das sementes da aveia preta, pelo método das sementes individuais.

Tempo de Hidratação (TH)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30	31,30a	21,80b	29,42a	37,63a
60	34,10a	24,89b	29,93a	40,73a
90	34,71a	30,89a	26,12a	43,96a
120	34,12a	30,15a	28,03a	40,62a
Modo Preparo (MP)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
Semente Inteira - SI	22,91b	19,59b	21,46b	32,54b
Semente Cortada - SC	44,21a	34,27a	35,29a	48,93a
Interação (Int.)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30 X SI	21,42a	13,87a	29,19a	37,18a
60 X SI	25,23a	18,11ab	18,07ab	28,96a
90 X SI	22,40a	24,56b	15,74b	34,44a
120 X SI	22,60a	21,81b	22,85ab	29,60a
30 X SC	41,19a	29,73a	29,65b	38,08a
60 X SC	42,98a	31,67ab	41,80a	52,51a
90 X SC	47,03a	37,21b	36,51ab	53,49a
120 X SC	45,63a	38,49b	33,21ab	51,65a
Prob. (TH)	0, 8894	0, 0001	0, 6060	0, 7008
Prob. (MP)	0, 0000	0, 0000	0, 0000	0, 0002
Inter.	0, 8844	0, 6601	0, 033*	0, 1466
CV (%)	28,21	13,53	21,50	26,01

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 4) possibilitaram a separação de alguns períodos de hidratação, mas para as sementes dos lotes 2373, 2375 e 2378 não houve diferenças significativas entre os períodos.

Através do desdobramento da interação (SI e SC), os resultados das sementes cortadas foram estatisticamente superiores aos das sementes inteiras, independentemente do lote. Houve discrepância entre os valores da condutividade elétrica quando foram avaliadas as sementes individuais para este teste.

O coeficiente de variação entre os resultados das avaliações das sementes dos quatro lotes, com valores de 13.53 a 28.21% indicaram a adequação do controle experimental.

Os resultados mostraram que para o lote 2375 com a utilização das sementes cortadas, o tempo de hidratação de 60 minutos diferiu dos demais, e com o uso de sementes inteiras, o tempo de 30 minutos foi estatisticamente superior em relação ao valor da condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes (Tabela 4).

De acordo com o teste de médias de Tukey, verifica-se que os resultados referentes ao tempo de hidratação de 90 minutos exerceram um maior efeito em relação aos demais períodos para a hidratação das sementes de aveia preta.

Os resultados da condutividade elétrica das sementes que originaram plântulas normais não variaram em função dos períodos de hidratação, ao mesmo tempo em que os resultados das sementes que não germinaram foram opostos.

Para o período de 90 minutos, as sementes que germinaram tiveram até 22,50% dos valores de condutividade elétrica abaixo do valor máximo quando comparado aos outros períodos, revelando que existe uma tendência de que os menores valores da condutividade elétrica tenham uma melhor relação com a germinação. Este período também foi essencial quando se refere às sementes não germinadas, aonde o valor máximo chegou a 59,04  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{semente}$ , sendo o menor valor quando comparado aos demais tempos de hidratação, entretanto os dados se concentram entre 20,24 a 30,49  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{semente}$ .

Há heterogeneidade dos valores relacionados às sementes que não germinaram, para todos os períodos de hidratação. O tempo de 120 minutos foi o período em que foi obtido o maior valor da condutividade elétrica, cujo valor máximo foi de 344,70  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{semente}$ , contudo os dados se concentram na maior parte entre 18,31 a 28,79  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{semente}$ .



O valor da condutividade elétrica é resultado da quantidade de íons lixiviados, o que está relacionado com a integridade das membranas celulares. Portanto, membranas mal estruturadas e células danificadas estão, geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente, ou seja, com sementes de menor qualidade (AOSA, 2002). Desta forma, as sementes de aveia preta que foram cortadas tenderiam a liberar mais íons, proporcionando assim uma maior condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes.

Tratando de sementes que originaram plântulas normais (PN) o corte das sementes causou variação dos valores da condutividade elétrica para todos os períodos de hidratação. Este tipo de resultado foi verificado também para as sementes que não germinaram (SNG).

Para as sementes que originaram plântulas normais, o valor da condutividade elétrica foi até 207,90  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{semente}$  para o tempo de 60 minutos, valores superiores ao encontrado para estas sementes, com a utilização de sementes inteiras.

Em relação aos períodos de hidratação o tempo de 30 minutos apresentou melhores resultados para a diferenciação das plântulas normais e para as sementes que não germinaram, pois é aonde apresentou os menores valores de lixiviação de solutos, avaliados por meio do teste de condutividade elétrica, sendo que, o aumento da condutividade elétrica está relacionado à redução da qualidade das sementes, mas neste caso não houve relação direta com a qualidade das sementes dos quatro lotes.

De acordo com Guollo (2016), o método para o teste de condutividade elétrica deve ser estabelecido especificamente para a semente de cada espécie, devido às diferenças encontradas entre as mesmas. Existem variações da capacidade de absorção da água para cada tipo de semente, devido à forma, ao tamanho e funcionalidade dos poros, controle da troca de água, material ceroso que constitui a epiderme do tegumento e o grau de aderência da testa ao cotilédono. Todas estas características da semente podem ser consideradas no que se diz respeito ao tempo de hidratação das sementes.

Segundo Hepburn et al. (1984), o ideal é a padronização de um valor de condutividade elétrica denominado ponto de partição, para estimar a viabilidade das sementes, sendo que este valor é variável em função de cada espécie. Assim, as sementes são classificadas em viáveis ou não viáveis, quando os valores de condutividade elétrica forem superiores ou inferiores a este ponto de partição, respectivamente.

No entanto, de acordo com Hammam et al. (2001), o estabelecimento de pontos de partição não propicia uma estimativa do nível de viabilidade da semente. Realmente, nesta pesquisa a determinação da condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes, utilizando a semente individual, inteira ou cortada, não foi eficiente para estimar a viabilidade das sementes da aveia preta, porém, possibilitou distinguir algumas variações entre os períodos de hidratação e os modos de preparo, mesmo sem relação direta com a variação da qualidade entre as sementes dos quatro lotes.

### 5.3.3 Determinação da variação da cor da solução de hidratação das sementes pelo método das sementes individuais

Peske & Amaral (1986); estudaram o pH do exsudato de sementes de soja usando como indicadores a fenolftaleína e o carbonato de sódio anidro e concluíram que o tempo de 30 minutos permitia distinguir, através da coloração do meio de hidratação, sementes viáveis das não viáveis.

As tabelas 5 e 6 mostram os resultados relacionados à viabilidade das sementes de aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375, e 2378, obtidos por meio da variação da cor do meio de hidratação das sementes, utilizando as sementes inteiras por meio do método da semente individual. A partir da quantidade das sementes com cada tonalidade de cor foram calculadas as quantidades estimadas (em porcentagem) das plântulas, normal e anormal, e das sementes não germinadas.

As sementes de aveia preta consideradas viáveis foram aquelas cujas soluções de hidratação mantiveram-se rosa forte; não viáveis com a cor rosa fraco e as sementes não germinadas não houve alteração da cor após a adição da solução indicadora.

**Tabela 5** - Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, relacionada à variação da cor da solução de hidratação, utilizando as sementes inteiras e o método da semente individual (% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e semente não germinada (SNG)).

LOTES MP - SI	MÉDIAS (%)												
	TH – 30min.			TH – 60min.			TH – 90 min.			TH- 120 min.			
	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	
2373	51	14	35	44	40	16	64	23	13	49	13	38	
2374	66	31	3	51	41	8	52	24	24	40	31	29	
2375	86	13	1	78	21	1	59	37	4	76	21	3	
2378	67	23	10	66	28	6	69	18	13	53	21	26	
	Testes de Germinação												
	PN			PA			SNG						
2373	91			4			5						
2374	66			20			14						
2375	56			23			21						
2378	77			12			11						

**Tabela 6** - Resultados da viabilidade das da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, relacionada à variação da cor da solução de hidratação, utilizando as sementes cortadas e o método de preparo das sementes individuais (% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e sementes não germinadas (SNG)).

LOTES MP - SC	MÉDIAS (%)												
	TH – 30min.			TH – 60min.			TH – 90 min.			TH- 120 min.			
	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	
2373	37	7	56	48	14	38	54	13	33	44	2	54	
2374	28	29	43	23	23	54	48	1	51	38	2	60	
2375	42	31	27	38	39	23	32	6	62	33	23	44	
2378	40	6	54	49	10	41	55	4	41	43	14	43	
	Testes de Germinação												
	PN			PA			SNG						
2373	91			4			5						
2374	66			20			14						
2375	56			23			21						
2378	77			12			11						

O objetivo da variação dos tipos de preparo (sementes inteiras e sementes cortadas) foi verificar as diferenças na quantidade de material lixiviado pela semente e, conseqüentemente, determinar a classificação das sementes em função das diferenças da qualidade inicial das sementes dos quatro lotes.

Esta diferença entre os métodos de preparo evidenciou que o seccionamento da semente, alterou a cor do meio de hidratação, superestimando os resultados equivalentes à porcentagem de sementes não germinadas para todos os períodos de hidratação, quando comparado aos resultados do teste de germinação.

Segundo Cabrera & Peske (2002), as sementes com baixa viabilidade apresentam mais lixiviação de solutos em relação às sementes com alta germinação, este tipo de resultado foi confirmado também para as sementes de aveia preta.

Para as sementes da aveia preta avaliadas nesta pesquisa, os resultados do teste de pH do exsudato por meio do método das sementes individuais e utilizando as sementes cortadas, subestimaram a viabilidade das sementes.

De acordo com os resultados das tabelas, 7, 8 e 9 observa-se que houve interação significativa apenas para o lote 2374 em relação à estimativa da quantidade das plântulas normais ( $P < 0,05$ ). Sendo assim, para os demais lotes, os fatores (TH x SI e SC) diferiram estatisticamente apenas de maneira isolada para estimar a viabilidade de sementes de aveia preta.

**Tabela 7** – Resultados da viabilidade das sementes de aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, em função da variação da cor do exsudato, nos diferentes tempos de hidratação para o método das sementes individuais.

<b>Lote 2373</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes Não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	22 b	30	5 b	30	23 a
60	23 b	60	13 a	60	14 b
90	29 a	90	9 ab	90	12 b
120	23 b	120	4 b	120	23 a
Prob. (Interação)	0.1173	Prob. (Interação)	0.0851	Prob. (Interação)	0.8044
Prob. (TH)	0.0028	Prob. (TH)	0.0004	Prob. (TH)	0.0000
CV (%)	16.12	CV (%)	50.68	CV (%)	25.93
<b>Lote 2374</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes Não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	24 a	30	15 a b	30	12 b
60	19 a	60	16 a	60	16 a b
90	25 a	90	6 c	90	19 a
120	20 a	120	8 b c	120	23 a
Probab. (Interação)	0.0026*	Prob. (Interação)	0.0986	Prob. (Interação)	0.2440
Prob. (TH)	0.0409	Prob. (TH)	0.0018	Prob. (TH)	0.0018
CV (%)	23.29	CV (%)	46.88	CV (%)	29.76
<b>Lote 2375</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes Não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	32 a	30	11 a	30	7 c
60	29 ab	60	15 a	60	6 c
90	23 b	90	11 a	90	17 a
120	27 ab	120	11 a	120	12 b
Prob. (Interação)	0.3164	Prob. (Interação)	0.0000	Prob. (Interação)	0.0000
Prob. (TH)	0.0092	Prob. (TH)	0.1157	Prob. (TH)	0.0000
CV(%)	18.18	CV(%)	31.64	CV (%)	26.46
<b>Lote 2378</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes Não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	27 a	30	7 a	30	16 a
60	29 a	60	9 a	60	12 a
90	30 a	90	7 a	90	14 a
120	24 a	120	9 a	120	18 a
Prob. (Interação)	0.4227	Prob.(Interação)	0.4760	Prob. (Interação)	0.2540
Prob. (TH)	0.1367	Prob. (TH)	0.5308	Prob. (TH)	0.3841
CV(%)	18.86	CV (%)	53.39	CV (%)	45.99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 8** – Resultados da viabilidade das sementes de aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, em função da variação da cor do exsudato, nos diferentes tempos de hidratação para o método das sementes individuais.

<b>Lote 2373</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	23 b	SC	5 b	SC	23 a
SI	26 a	SI	11 a	SI	13 b
Prob. (Interação)	0, 1173	Prob. (Inter.)	0, 0851	Prob. (Inter.)	0, 8830
Prob. (TH)	0, 0028	Prob. (TH)	0, 004	Prob. (TH)	0, 000
CV (%)	16,12	CV (%)	50,68	CV (%)	25,62
<b>Lote 2374</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	17 b	SC	7 b	SC	26 a
SI	26 a	SI	16 a	SI	8b
Prob. (Interação)	0, 0026	Prob. (Inter.)	0, 0986	Prob. (Inter.)	2, 440
Por. (TH)	0, 0409	Por. (TH)	0, 0018	Por. (TH)	0, 0018
CV (%)	23,29	CV (%)	46,88	CV (%)	29,76
<b>Lote 2375</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	18 b	SC	12 a	SC	20 a
SI	37 a	SI	12 a	SI	1 b
Prob. (Interação)	0, 3164	Prob. (Inter.)	0, 000	Prob. (Inter.)	0, 000
Por. (TH)	0, 0092	Por. (TH)	0, 1157	Por. (TH)	0, 000
CV (%)	18,18	CV (%)	31,64	CV (%)	27,06
<b>Lote 2378</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	23 b	SC	5 b	SC	23 a
SI	32 a	SI	11 a	SI	7 b
Prob. (Interação)	0, 4227	Prob. (Inter.)	0, 476	Prob. (Inter.)	0, 2540
Por. (TH)	0, 1367	Por. (TH)	0, 5308	Por. (TH)	0, 3841
CV (%)	18,86	CV (%)	53,39	CV (%)	45,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

**Tabela 9**– Desdobramento da interação entre tempo de hidratação (TH) e métodos de preparo (SI e SC) para plântulas normais (PN) do lote 2374.

Plântulas Normais					
Tempo de Hidratação (TH)		Método de Preparo		Valores de pH do Exsudato	
Semente Inteira		TH – 30 minutos		TH – 30 minutos	
30	33 a	SC	14 b	SC	28
60	26 ab	SI	33 a	SI	66
90	26 ab	TH – 60 minutos		TH – 60 minutos	
120	20 b	SC	11b	SC	23
Semente Cortada		SI	25a	SI	52
30	14 ab	TH – 90 minutos		TH – 90 minutos	
60	11 b	SC	24 a	SC	43
90	24 a	SI	26 a	SI	52
120	19 ab	TH – 120 minutos		TH – 120 minutos	
Prob. (TH/SI)	0, 0100	SC	19a	SC	38
Prob. (TH/SC)	0, 0089	SI	20a	SI	40
CV (%)	23,29	Prob. (MP/30 min.)	0, 000		
		Prob. (MP/60 min.)	0, 0005		
		Prob. (MP/90 min.)	0, 5312		
		Prob.(MP/120min.)	0, 7801		
		CV (%)	23,29		

Estatisticamente houve diferenças entre os tratamentos cujas sementes foram avaliadas por meio da determinação do pH do exsudato, utilizando os métodos de preparo com sementes inteiras e com sementes cortadas.

Os resultados referentes aos tratamentos em que as sementes foram cortadas foram estatisticamente inferiores aos das sementes inteiras. Quando se refere às sementes que não germinaram (SNG) o tempo de 120 minutos diferiu dos demais períodos de hidratação, resultando em uma maior porcentagem de sementes não germinadas de aveia preta em comparação com os resultados do teste de germinação. Portanto, sementes que receberam este tipo de tratamento apresentaram maior lixiviação, e conseqüentemente, exsudatos com maior poder tampão, fato que resulta na mudança da coloração da solução em que as sementes foram hidratadas para o teste de pH do exsudato, tendo a fenolftaleína como solução indicadora.

De acordo com os resultados das médias em relação às plântulas anormais, cuja solução de hidratação atinge coloração rosa fraco com o contato da solução indicadora, o tempo de hidratação de 60 minutos foi o mais efetivo em relação aos demais períodos, se tratando de plântulas anormais que contribuem para a quantidade de sementes não viáveis.

Segundo Santana et al. (1998), apesar de ser um teste simples e rápido, a

avaliação baseada na coloração pode ser subjetiva, que associada ao efeito de outros fatores como umidade da semente, temperatura e tempo de hidratação podem influenciar os resultados e sua eficácia.

Através dos resultados observa-se que o tempo de 90 minutos foi o mais eficiente e capaz de distinguir os demais períodos durante a avaliação da viabilidade das sementes de aveia preta, o tempo de 30 minutos também foi efetivo na avaliação da viabilidade de sementes para um dos lotes, quando se compara com os resultados do teste de germinação.

De acordo com o teste de médias de Tukey é possível verificar que a interação foi significativa para apenas um lote em plântulas normais ( $P < 0,05$ ). Em relação ao lote 2374, o período mais eficiente para a caracterização das plântulas normais foi o de 30 minutos utilizando sementes inteiras e de 90 minutos com o uso das sementes cortadas.

Em trabalho realizado por Melo & Martins (2010), os autores recomendaram o tempo de 90 e 30 minutos para as sementes florestais de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia ochracea*. Resultados contraditórios a outro estudo, realizado por Cabrera & Peske (2002), que avaliaram a viabilidade de sementes de milho (*Zea mays*) pelo método individual, e verificaram que o período de hidratação de 20 minutos foi adequado para avaliação da viabilidade.

Os resultados deste estudo comprovaram que o tipo de preparo das sementes interfere na leitura final do valor do pH do exsudato das sementes da aveia preta. A determinação do pH do exsudato foi eficiente para distinguir a variação de solutos entre os períodos de hidratação das sementes de aveia preta, entretanto, não tem relação com os resultados dos testes de germinação.



## 5.4 MÉTODO MASSAL DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DAS SEMENTES DE AVEIA PRETA PELA DETERMINAÇÃO DO pH DO EXSUDATO

### 5.4.1 Determinação do pH do exsudato das sementes da aveia preta

Na tabela 10 estão dispostos os valores do pH dos exsudatos das sementes da aveia preta considerando os períodos de hidratação e métodos de preparo.

**Tabela 10** – Valores do pH no método massal decorrentes dos períodos de hidratação e dos tipos de preparo das sementes da aveia preta.

Tempo de hidratação (TH)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30	6,35a	6,81a	6,18b	6,67a
60	6,37a	6,82a	6,25ab	6,59a
90	6,26a	6,66ab	5,90b	6,72a
120	6,19a	6,42b	6,61a	6,79a
Modo Preparo (MP)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
Semente Inteira - SI	6,48a	6,50a	6,50a	6,91a
Semente Cortada - SC	6,10b	6,43b	5,97b	6,47b
Interação (Int.)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30 X SI	6,38abc	7,02ab	6,23b	6,68a
60 X SI	6,69a	7,13a	6,54ab	6,86a
90 X SI	6,45ab	6,86ab	6,30b	7,04a
120 X SI	6,40abc	6,68b	6,94a	7,07a
30 X SC	6,31a	6,60a	6,13a	6,66a
60 X SC	6,05abc	6,51ab	5,97ab	6,32a
90 X SC	6,07ab	6,46ab	5,51b	6,41a
120 X SC	5,98abc	6,16b	6,28a	6,51a
Prob. (TH)	0, 0975	0, 0037	0, 0007	0, 4418
Prob. (MP)	0, 0000	0, 0000	0, 0000	0, 0001
Inter.	0, 0113	0, 7007	0, 1809	0, 0932
CV (%)	2,45	3,23	4,63	3,78

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados mostraram valores homogêneos na leitura de pH e que houve interação significativa para o lote 2373, tendo diferenças para os períodos de hidratação e métodos de preparo.

Os valores do pH possibilitaram distinguir os períodos de hidratação e em relação à interação os resultados com a utilização das sementes inteiras foram estatisticamente superiores quando comparados aos das sementes cortadas.

Para a utilização das sementes inteiras a leitura de pH no período de 60 minutos apresentou resultados superiores, para os lotes 2373 e 2374. Em relação aos demais, a leitura do pH no tempo de 120 minutos foi o que mais distinguiu as variações entre os períodos.

É visível que houve diferença estatística para os períodos de hidratação e os métodos de preparo na avaliação de pH, com exceção do lote 2378, pois não ocorreu diferença significativa dos resultados devido aos períodos de hidratação e métodos de preparo.

Quando se refere às sementes cortadas a leitura de pH no tempo de 30 minutos mostrou ser mais eficiente aos demais períodos, exceto ao lote 2375, pois o tempo de hidratação de 120 minutos diferiu dos demais sendo também similar ao tempo de 30 minutos.

#### 5.4.2 Determinação da Condutividade Elétrica

Os períodos de hidratação (Tabela 11) mostraram diferença entre si para o teste de condutividade elétrica massal em sementes da aveia preta, portanto rejeitou-se a hipótese de nulidade ( $H_0$ ).

Ainda na Tabela 11 nota-se que para todos os tratamentos foram encontrados baixos valores de coeficiente de variação, mostrando um razoável controle experimental. Verifica-se que a avaliação da condutividade elétrica foi eficiente na distinção dos períodos de hidratação em sementes de aveia preta.

Os resultados indicaram que em relação ao método de preparo as médias referentes às sementes cortadas foram estatisticamente superiores aos das sementes inteiras. De acordo com Peske & Amaral (2002), como todo organismo vivo, a semente deve reagir de maneira diferente frente aos fatores externos que a rodeiam. Quando a semente é cortada e imediatamente imersa em água, esta sofre dois tipos de estresse: abertura e exposição violenta de seu interior que esteve até esse momento em equilíbrio de repouso e a pressão que exerce a água para ocupar os espaços intercelulares do endosperma e do embrião. O processo de hidratação e lixiviação não é igual em uma semente que embebe água de forma rápida, em relação à outra em que a embebição é lenta e progressiva e mais ainda com seu pericarpo completo.

**Tabela 11** – Resultados da determinação da condutividade elétrica das sementes da aveia preta, lotes 2373, 2374, 2375 e 2378, por meio do método massal.

Tempo de hidratação (TH)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30	140,76b	132,82b	140,48a	162,06b
60	154,30ab	164,07ab	158,51a	156,08b
90	138,93b	188,96ab	139,50a	155,01b
120	163,53a	174,06a	146,20a	187,05a
Modo Preparo (MP)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
Semente Inteira - SI	98,96b	90,38b	88,13b	99,08b
Semente Cortada - SC	199,80a	239,58a	204,22a	231,02a
Interação (Int.)	Lote 2373	Lote 2374	Lote 2375	Lote 2378
30 X SI	104,34a	82,48a	96,53ab	93,36a
60 X SI	103,68a	79,54a	105,13a	88,29a
90 X SI	74,99b	102,77a	66,50b	108,74a
120 X SI	112,84a	96,73a	84,34ab	105,95a
30 X SC	177,18b	183,17b	184,42a	230,77b
60 X SC	204,93ab	248,60a	211,89a	223,88b
90 X SC	202,87ab	251,40a	212,50a	201,28b
120 X SC	214,22a	275,14a	208,05a	268,15a
Prob. (TH)	0,0066	0,0065	0,2096	0,0021
Prob. (MP)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
Inter.	0,0091*	0,0798	0,0392	0,0003*
CV (%)	9,69	17,86	13,26	3,78

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variação estatística dos resultados mostrou que o tempo de hidratação de 120 minutos foi eficiente para a avaliação da viabilidade das sementes de aveia preta na utilização de sementes inteiras e sementes cortadas, entretanto não condiz com os resultados observados para o método das sementes individuais.

### 5.4.3 Determinação da variação da cor da solução de hidratação das sementes pelo método massal

O teste de pH do exsudato permite avaliar a viabilidade de sementes, pois detecta a perda da integridade ou descontinuidade das membranas, por meio da consequente lixiviação de íons e metabólitos voláteis; essas alterações ocorrem em função do grau de deterioração das sementes (CHEN; BURRIS, 1991).

Nas tabelas 12 e 13 estão os resultados da determinação do pH do exsudato pelo método massal com os mesmos tratamentos propostos para o método individual e os resultados do teste de germinação.

**Tabela 12** - Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato pelo método massal, utilizando as sementes inteiras (% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e semente não germinada (SNG)).

LOTES MP - SI	MÉDIAS (%)											
	TH – 30min.			TH – 60min.			TH – 90 min.			TH- 120min.		
	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG
2373	99	1	0	100	0	0	99	1	0	98	2	0
2374	93	7	0	97	3	0	98	2	0	96	4	0
2375	98	2	0	96	4	0	97	3	0	100	0	0
2378	89	11	0	86	14	0	83	13	4	92	8	0
	Testes de Germinação											
	PN			PA			SNG					
2373	83			8			9					
2374	64			14			22					
2375	62			13			25					
2378	71			10			19					

**Tabela 13** – Resultados da viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato pelo método massal, utilizando as sementes cortadas (% das médias de plântulas normais (PN), anormal (PA) e sementes não germinada (SNG)).

LOTES MP -	MÉDIAS (%)												
	TH – 30min.			TH – 60min.			TH – 90 min.			TH- 120min.			
	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	PN	PA	SNG	
2373	66	13	21	48	16	36	52	11	37	47	16	37	
2374	72	9	19	57	8	35	62	0	38	53	0	47	
2375	64	3	33	44	0	55	46	0	54	61	10	29	
2378	66	18	16	56	13	31	47	11	42	71	12	17	
	Testes de Germinação												
	PN			PA			SNG						
2373	83			8			9						
2374	64			14			22						
2375	62			13			25						
2378	71			10			19						

O teste de pH do exsudato pelo método massal com a utilização das sementes inteiras determinou até 100% de sementes viáveis para o lote 2375 no período de hidratação de 120 minutos. Estes resultados não são confirmados pelo teste de germinação. Segundo Cabrera & Peske (2002), é possível que a avaliação do teste pelo método massal com a utilização de sementes inteiras, apresente a desvantagem de não distinguir numa amostra que contenha muitas sementes de alta qualidade, a presença de algumas sementes não germinadas, fato que foi comprovado ao decorrer do experimento.

De acordo com os resultados das tabelas, 14, 15 e 16 houve interação significativa apenas para o lote 2373 em relação às plântulas normais ( $P < 0,05$ ). Sendo assim, para os demais lotes, os fatores (TH x SC e SI) diferiram estatisticamente apenas de maneira isolada com referência à estimativa da viabilidade das sementes de aveia preta.

**Tabela 14** – Resultados relacionados à viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato, avaliados pelos diferentes tempos de hidratação para o método massal.

<b>Lote 2373</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	41 a	30	4 a	30	5 b
60	37 b	60	4 a	60	9 ab
90	38 ab	90	3 ab	90	9 ab
120	36 b	120	1 b	120	13 a
Prob.(Interação)	0, 0046*	Prob. (Inter.)	0, 0004	Prob. (Inter.)	0, 0005
Prob. (TH)	0, 0055	Prob. (TH)	0, 0025	Prob. (TH)	0, 0005
CV (%)	6,89	CV (%)	58,98	CV (%)	33,88
<b>Lote 2374</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	41a	30	4a	30	5b
60	38a	60	3a	60	9ab
90	49a	90	1a	90	10ab
120	37a	120	1a	120	12a
Prob.(Interação)	0, 0553	Prob. (Inter.)	0, 3264	Prob. (Inter.)	0, 0289
Prob. (TH)	0, 1970	Prob. (TH)	0, 0734	Prob. (TH)	0, 0289
CV (%)	10,10	CV (%)	126,23	CV (%)	49,73
<b>Lote 2375</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	40 a	30	1a	30	8 bc
60	35 a	60	1a	60	14 a
90	36 a	90	1a	90	14 ab
120	40 a	120	2 a	120	7 c
Prob.(Interação)	0, 0668	Prob. (Inter.)	0, 0004	Prob. (Inter.)	0, 0032
Prob. (TH)	0, 0145	Prob. (TH)	0, 1561	Prob. (TH)	0, 0032
CV (%)	10,29	CV (%)	106,54	CV (%)	36,77
<b>Lote 2378</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
30	39 ab	30	7 a	30	4 b
60	36 bc	60	7 a	60	8 ab
90	32 c	90	6 a	90	12 a
120	41 a	120	5 a	120	4 b
Prob.(Interação)	0, 1590	Prob. (Inter.)	0, 4518	Prob. (Inter.)	0, 0279
Prob. (TH)	0, 004	Prob. (TH)	0, 5563	Prob. (TH)	0, 0034
CV (%)	9,4	CV (%)	52,48	CV (%)	57,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

**Tabela 15** – Resultados relacionados à viabilidade das sementes da aveia preta pela determinação do pH do exsudato, utilizando os dois métodos de preparo das sementes para o método massal.

<b>Lote 2373</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	26 b	SC	1 b	SC	1 b
SI	49 a	SI	5 a	SI	18 a
Prob.(Interação)	0, 0046	Prob. (Inter.)	0, 0004	Prob. (Inter.)	0, 0005
Prob. (TH)	0, 0055	Prob. (TH)	0, 0025	Prob. (TH)	0, 0005
CV (%)	6,89	CV (%)	58,98	CV (%)	33,88
<b>Lote 2374</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	30 b	SC	2 a	SC	1 b
SI	48 a	SI	2 a	SI	18 a
Prob.(Interação)	0, 0553	Prob. (Inter.)	0, 3264	Prob. (Inter.)	0, 0289
Prob. (TH)	0, 1970	Prob. (TH)	0, 0734	Prob. (TH)	0, 0289
CV (%)	10,10	CV (%)	126,23	CV (%)	49,73
<b>Lote 2375</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	27 b	SC	1 a	SC	1 b
SI	49 a	SI	2 a	SI	22 a
Prob.(Interação)	0, 0668	Prob. (Inter.)	0, 0004	Prob. (Inter.)	0, 0032
Prob. (TH)	0, 0145	Prob. (TH)	0, 1561	Prob. (TH)	0, 0032
CV (%)	10,29	CV (%)	106,54	CV (%)	36,77
<b>Lote 2378</b>					
Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Sementes não Germinadas	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
SC	30 b	SC	6 a	SC	1 b
SI	44 a	SI	7 a	SI	13 a
Prob.(Interação)	0, 1590	Prob. (Inter.)	0, 4518	Prob. (Inter.)	0, 0279
Prob. (TH)	0, 0004	Prob. (TH)	0, 5563	Prob. (TH)	0, 0034
CV (%)	9,40	CV (%)	52,48	CV (%)	57,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

**Tabela 16** – Desdobramento da interação entre tempo de hidratação (TH) e métodos de preparo (SI e SC) para a caracterização da plântula normal (PN) originada das sementes de aveia preta, do lote 2373.

Plântulas Normais					
Tempo de Hidratação (TH)		Método de Preparo		Valores de pH do Exsudato	
Semente Inteira		TH – 30 minutos		TH – 30 minutos	
30	49a	SC	33b	SC	66
60	50a	SI	49a	SI	99
90	50a	TH – 60 minutos		TH – 60 minutos	
120	49a	SC	24b	SC	48
Semente Cortada		SI	50a	SI	100
30	33a	TH – 90 minutos		TH – 90 minutos	
60	24b	SC	26b	SC	52
90	26b	SI	50a	SI	99
120	23b	TH – 120 minutos		TH – 120 minutos	
Prob. (TH/SI)	0, 0001	SC	23b	SC	47
Prob. (TH/SC)	0, 9797	SI	49a	SI	98
CV (%)	6,89	Prob. (MP/30 min.)	0, 0000		
		Prob. (MP/60 min.)	0, 0000		
		Prob. (MP/90 min.)	0, 0000		
		Prob. (MP/120 min.)	0, 0000		
		CV (%)	6,89		

O método massal com a utilização de sementes inteiras superestima os valores da viabilidade das sementes. A determinação da variação da cor do exsudato indicou que predominou a cor forte, que indica a viabilidade das sementes (plântulas normais), em todos os períodos de hidratação e para todas as repetições, quando foram avaliadas as sementes inteiras da aveia preta, mas estes resultados não têm relação com a variação da qualidade das sementes da aveia preta dos quatro lotes (Tabelas 1 e 2).

Quando se refere ao tipo de preparo das sementes, os resultados das médias das sementes cortadas foram inferiores ao das sementes inteiras, quando estes resultados são relacionados às porcentagens das sementes viáveis. Desta forma, a utilização das sementes cortadas também não tem relação com os resultados do teste de germinação, provavelmente, porque superestimaram os valores das sementes não germinadas, em alguns períodos de hidratação, para todos os lotes.

Em relação à distinção dos tempos de hidratação para a avaliação da viabilidade das sementes da aveia preta os resultados são bem heterogêneos quando comparados ao método individual. Para os lotes 2375 e 2374 o período de hidratação 30 minutos e para as sementes do lote 2378, o período de hidratação de 120 minutos que destacaram-se quanto às variações dos valores dos exsudatos das sementes. Para as sementes do 2373,



o período mais eficiente na caracterização de plântulas normais foi o de 60 minutos utilizando sementes inteiras e de 30 minutos com o uso de sementes cortadas.

Gomes (2013) pesquisou as sementes de *Terminalia argentea* (Capitão-do-mato – Combretaceae), e avaliou a qualidade dessas sementes pelo teste de pH do exsudato pelo método massal, concluiu que o período de hidratação de 30 minutos foi eficiente na separação dos lotes de sementes.

Matos (2014), afirmou que as sementes de algumas espécies podem liberar exsudatos cuja cor é acentuada, o que prejudica a avaliação quando é utilizado o método colorimétrico, fato que foi comprovado para as sementes de aveia nesta pesquisa; ressaltou também que o método colorimétrico não é eficiente quando se usa a solução de fenolftaleína proposta por Cabrera & Peske (2002), pois não diferencia as variações da lixiviação de H<sup>+</sup>, sendo necessário avaliar outras soluções indicadoras. Stallbaun et al. (2015) também observaram uma superestimativa dos resultados no método massal quando comparado ao método individual.

Para Cabrera & Peske (2002), o teste de pH do exsudato pelo método massal é eficiente para determinar a viabilidade das sementes de milho. Entretanto, para a análise de sementes de aveia preta este método superestimou os valores de viabilidade das sementes, com o uso de sementes inteiras, resultados que também foram comprovados por outros autores, como Matos (2009), e Guollo (2016).

## **6.0 CONCLUSÃO**

Não é possível estimar a viabilidade das sementes de aveia preta por meio das avaliações do pH, da variação da cor, utilizando a fenolftaleína, e da condutividade elétrica do exsudato dessas sementes, durante a hidratação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. **Teste para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 12- 15, 2000.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. **pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.6, n.3, p. 85-92, 1984.

ARALDI, C.G.; COELHO, C.M.M. **pH do exsudato na Avaliação da Viabilidade de Sementes de Araucaria Angustifolia.** Floresta e Ambiente. vol. 22 no .3 Serópedica July/Sept. 2015.

BARROS, A. S. R et al. **Testes para Avaliação Rápida do Vigor de Sementes de Soja.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 19, n° 2, p.288-294 – 1997.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação – do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA, 2009.

CARDOZO, T. M.; SCHUCH, L. O. B.; ROSENTHAL, M. A. **Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa L.*)** Revista Brasileira de Sementes. vol. 24. n°1. Londrina 2002.

CABRERA, A.C.; PESKE. S.T. **Testes do pH do exsudato para sementes de milho.** Revista Brasileira de Sementes. vol.24. no.1 Londrina 2002.

CARVALHO, D.B de; CARVALHO, R.I.N. de; BELLO, M. **Pré-esfriamento de sementes de aveia, azevém e trevo branco em diferentes proporções em mistura.** Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.1, n.4, p.49-53, out./dez. 2003.

CARVALHO, A. J et al. **Testes Rápidos para Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de *Citromelo swingle*.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 24, n° 1, p.263-270, 2002.

CARVALHO, Q.I et al. **Indicações técnicas para a cultura da aveia.** XXXIV Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia Fundação ABC, Universidade de Passo Fundo, 2014.

CHEN, T.; BURRIS, J. S. **Dessication tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipid composition and thermal properties.** Crop Science, Madison, v. 31, n. 3, p. 1766-770, 1991.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, v.3 – Safra 2015/16, n. 4 – Quarto Levantamento, Brasília, janeiro 2016.

DE MENDONÇA, A.O et. al., **Testes Rápidos para Avaliação do Vigor de Sementes de Aveia Branca**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 10, n.19; p. 1742, 2014.

DE TUNES, L. M et. al., **Testes de Vigor em Sementes de Aveia Branca**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v. 15, n.2, p. 94-106. 2008.

DELLATORRE, C. A.; SOUZA, P. A.E de. **Dormência de Genótipos Brasileiros de Aveia**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 10(2): 149-152, 1998.

FEDERIZZI, L.C. et al. **Importância da cultura da aveia**. LÂGARO, N.C.; CARVALHO, I.Q. de (Orgs.). **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. 136p.

FERNANDES, E. J.; SADER, R.; CARVALHO, N. M. **Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) estimada pelo pH do exsudato**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramado, 1987. Anais. Brasil: ABRATES, 1987. p. 1987.

FESSEL, S.A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C.R.; VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas**. *Bragantia*, v.69, n.1, p.207-214, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n1/26.pdf>

FIGUEIREDO, T. G. **Adaptação do teste rápido (pH do exsudato –fenolftaleína), para estimar a viabilidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arábica L.*)**. Minas Gerais, Universidade Federal de Lavras. 2000. 56 p. Programa de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção de título de Mestre.

FONTANELI, R. S et al. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul Brasileira**. 2. ed. - Brasília, DF : Embrapa, 2012.

GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L. **Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milheto**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, n.2, p.233-237, 1999.

GOMES, K.B.P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. Pelos testes de raio x, condutividade elétrica, pH do exsudato e germinação**. Brasília, Universidade de Brasília. Julho de 2013. 62 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais.

GONÇALVES EP, Paula RC, Desmatlê MESP. **Testes de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam**. *Semina: Ciências Agrárias* 2008; 29: 265-276.

GUOLLO, K. **Uso de indicadores bioquímicos na qualidade fisiológica de sementes florestais**. Pato Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016. 96p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Agronomia.

- HAMPTON, J. G. **Conductivity test**. In: Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen: International Seed Testing Association, Vigour Test Committee, 1995. P. 10-25.
- KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. **Biochemical effects of age on membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed**. Proceedings International Seed Testing Association, Copenhagen, v. 4, p. 329-340, 1973.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY; D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- LUZ, R. P.; CARVALHO, B. O.; CARVALHO, M. L. M.; FERREIRA, V. F.; BÁRBARA, C. N. V. **Análise de imagens radiográficas na avaliação da qualidade de sementes de girassol**. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. Anais..., Lavras – MG, 27 de setembro a 01 de outubro de 2010. Universidade Federal de Lavras. 2010.
- MATOS, J.M.M. **Avaliação da eficiência do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília.
- MENEZES, N.L **Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 2, p.138-142, 2007.
- NAKAGAWA et al. **Armazenamento de sementes de aveia preta produzidas em solos de diferentes fertilidades**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 26, nº 2, p.07-14, 2004.
- OLIVEIRA, S.; TAVARES, L. C.; LEMES, E. S.; BRUNES, A. P.; DIAS, I. L.; MENEGHELLO, G. M. **Tratamento de sementes de *Avena sativa* L. com zinco: qualidade fisiológica e desempenho inicial de plantas**. Semina: Ciências Agrárias, v.35, n.3, p.1131 – 1142, 2014.
- PESKE, S. T.; AMARAL, S. **pH of seed exudates as a rapid physiological quality test**. Seed Science & Tecnology, Zurich, v. 22, n. 3, p. 641-644, 1994.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.
- PRIMAVESI, A.C.; RODRIGUES, A.A de; GODOY, R. **Recomendações Técnicas para o Cultivo de Aveia**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 39 p.
- RIBEIRO, U. P. **Condicionamento fisiológico de sementes de algodão: efeitos sobre a germinação, vigor, atividade enzimática e armazenamento**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras. 79p. Lavras: UFLA, 2000.
- RIBEIRO, A. A et al. **Diferentes Temperaturas e Tempos de Embebição para o Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de Feijão**. Nucleus, v.11, n.2, out.2014.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. e OLIVEIRA, M.S. **Teste do pH do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 20, n.1, p. 160-166, 1998.

SANTOS dos, J.F et. al., **Avaliação do Potencial Fisiológico de Lotes de Sementes de Soja.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 33, nº 4 p. 743 – 751, 2011.

SOUZA, C. R de; OHLSON, O. C de; PANOBIANCO, M. **Avaliação da viabilidade de sementes de aveia branca pelo teste de tetrazólio.** Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 32, n. 4, 2010.

SOUZA, C. R. et al. **Tetrazolium test for evaluating triticale seed viability.** Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 3, p. 163-169, 2010.