

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS ITAQUI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Influência de diferentes épocas de simulação de  
chuva sobre a germinação na espiga de trigo**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Fernando Schmidtke**

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

**Fernando Schmidtke**

**Influência de diferentes épocas de simulação de  
chuva sobre a germinação na espiga de trigo**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Agronomia da Universidade Federal do  
Pampa (UNIPAMPA), como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Engenheiro Agrônomo.**

Orientador: Guilherme Ribeiro

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

**Fernando Schmidtke**

## **Influência de diferentes épocas de simulação de chuva sobre a germinação na espiga de trigo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Guilherme Ribeiro  
Orientador  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof. Dra. Vanessa Neumann Silva  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Marcos Toebe  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

**Dedico este trabalho:**

**Aos meus pais, Erich e Iris Schmidtke por todo apoio e incentivo recebido durante o período em que estava longe de casa realizando o sonho de cursar Agronomia.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, principalmente por ter me dado a vida, por ter me cuidado e amparado em todos os momentos;

Aos meus pais, meus irmãos e seus cônjuges que demonstraram sempre muito amor e principalmente união, ajudando um ao outro e no momento em que eu precisei deram apoio moral e me ajudaram financeiramente para que o sonho de realizar um curso superior se tornasse realidade;

A minha namorada que soube com muito amor e paciência entender os dias sem se ver, e por todo apoio recebido durante esse momento tão importante da minha vida;

À Universidade Federal do Pampa por ter aceito minha transferência de uma instituição de ensino privada para uma gratuita e por todo o conhecimento adquirido e amizades que pude fazer ao longo dos anos de estudo;

Ao professor Guilherme Ribeiro, pela amizade, pelo conhecimento transmitido e pela orientação deste trabalho de conclusão de curso.

Aos colegas Cirineu Tolfo Bandeira, Cláudia Bombassaro, Cristiano Zdrui Koski, Josiani Talhaferro, Mitiel Santos, Renan Backes, Ricardo Scalcon e Sabrina Giordano pela amizade e ajuda no desenvolvimento do trabalho prático.

***"Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e ele tudo fará".***

***Salmos 37:5***

## RESUMO

### **Influência de diferentes épocas de simulação de chuva sobre a germinação na espiga de trigo**

Autor: Fernando Schmidtke

Orientador: Guilherme Ribeiro

Itaqui, 20 de Janeiro de 2015

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes épocas de simulação de chuva sobre a germinação na espiga em cultivares de trigo. O experimento foi conduzido em viveiro na área experimental da Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS, utilizando o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x8, sendo oito épocas de simulação artificial de chuva e oito cultivares, com três repetições. Após colhidas as espigas foi avaliada a germinação na espiga, a primeira contagem de germinação, aos quatro dias, e a germinação aos oitos dias. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e posterior comparação de médias, constatando interação entre simulação de chuva e cultivares. Para variável a germinação na espiga os resultados possibilitaram identificar as cultivares Horizonte e Raízes como moderadamente resistentes, porém, não foi possível verificar uma época de simulação de chuva que favoreceu a germinação de grãos na espiga para todas as cultivares. Para as variáveis primeira contagem de germinação e germinação, os tratamentos envolvendo a simulação de chuva nos quinze dias após a maturação fisiológica e suas associações favoreceram o aumento da germinação. Dessa forma, a metodologia possibilitou identificar as cultivares Horizonte e Raízes como moderadamente resistentes a germinação na espiga. E os tratamentos com associações de quinze dias de simulação de chuva após a maturidade fisiologia foram os mais críticos, afetando a primeira contagem de germinação e germinação nas cultivares.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; qualidade de grãos; percentual de germinação.

## ABSTRACT

### **Influence of different rainfall simulation times on pre-harvest sprouting in wheat**

Author: Fernando Schmidtke

Tutor: Guilherme Ribeiro

Itaqui, January 20<sup>th</sup>, 2015

The objective of this study was to evaluate the influence of different rainfall simulation times on germination in the spike in wheat cultivars. The experiment was conducted in greenhouse in the experimental area of the Federal University of Pampa, Itaqui-RS, using a completely randomized design in a factorial 8x8 (eight times of rainfall artificial simulation and eight cultivars), with three replications. After harvest, the spikes was tested for germination in the spike, first count, germination and standard germination. Data were subjected to variance analysis and subsequent averages comparison, finding interactions between simulation rain and cultivars. For variable germination in the spike was possible to identify the Horizonte and Raízes cultivars as moderately resistant, however, was not observed a time of rainfall simulation that improved germination of grain in the spike for all cultivars. For the first count germination and germination, treatments involving the simulation of rain at fifteen days after physiological maturity and their associations increased germination. Thus, this methodology enabled us to identify Horizonte and Raízes cultivars as moderately resistant to germination in the spike. The treatments with fifteen days of rainfall simulation associations after the physiology maturity were the most critical, affecting the first count of germination and germination cultivars.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; grain quality; percentage Germination.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cultivo das plantas de trigo em recipientes plásticos de formato cilíndrico localizados no viveiro da Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS, 2013.....	18
Figura 2 – Cultivares de trigo em estágio de maturidade fisiológica (A) e estágio de maturidade de colheita (B), Itaqui, RS, 2013.....	20
Figura 3 – Teste de germinação nas espigas em caixa do tipo gerbox (A) e câmara de germinação (B), Itaqui, RS, 2013. ....	20
Figura 4 – Teste de germinação feita em papel germitest, Itaqui, RS, 2013.....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações das cultivares referente ao obtentor, ano de lançamento, ciclo e reação a germinação na espiga, Itaqui, RS, 2013.....	19
Tabela 2 – Códigos dos tratamentos das oito épocas de simulação de chuva, Itaqui, RS, 2013. ....	19
Tabela 3 – Comparação de média entre oito cultivares de trigo e oito épocas de simulação de chuva para as variáveis: germinação na espiga (%), primeira contagem de germinação (%) e germinação (%). Itaqui, RS, 2013. ....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Germinação na espiga.....	14
2.2 Dormência de Sementes .....	15
2.3 Melhoramento genético para germinação da espiga.....	16
2.4 Métodos para avaliação da germinação na espiga.....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das primeiras espécies de plantas cultivada pelo homem e foi disseminada praticamente para todas as regiões do planeta (BORÉM, 2005). Devido a sua facilidade de adaptação as diferentes condições climáticas e por apresentar alto valor nutritivo, é considerado um alimento básico para a população mundial (FORNASIERI, 2008). O trigo é o terceiro maior cereal em produção no mundo ficando atrás apenas do milho e arroz (FAO, 2013).

Ao longo dos anos houve um ganho expressivo de produtividade devido ao melhoramento genético, visando além da produtividade e qualidade de grãos outros ganhos como a resistência a doenças, redução do acamamento e tolerância a estresses ambientais (EMBRAPA, 2002).

Embora as pesquisas tentem melhorar a qualidade do trigo, a indústria não tem como mascarar quando o produto chega no moinho com péssima qualidade devido a problemas climáticos ocorridos durante o cultivo ou armazenagem incorreta (SCALCO, 2002). No Brasil a farinha é o principal produto feito a partir do trigo e para que tenha qualidade para panificação deve apresentar teores ideais de amido e proteína, que são os principais componentes do grão de trigo (BIOTRIGO, 2010).

Os principais estados brasileiros produtores de trigo são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. Os estados do Sul representam 95,15% da produção nacional (CONAB, 2014). No ano de 2014 o Brasil teve uma área cultivada 2,6 milhões de hectares, representando 22,1% a mais em relação ao ano anterior. A expectativa para esta safra é que a produção alcance 7,7 milhões de toneladas e a demanda chegue aos 12,2 milhões, então mesmo que as estimativas estejam certas o Brasil terá de importar 5,5 milhões de toneladas de trigo estrangeiro. Apesar do aumento de área plantada na safra de 2014, ocorreu uma queda de produtividade principalmente pelo excesso de chuva na região sul, ocorrendo problemas com ataque de doenças, acamamento e germinação na espiga (CONAB, 2014).

A germinação na espiga do trigo na fase de pré-colheita ocasionada principalmente pela chuva no final do ciclo é prejudicial para a qualidade do grão. Este problema é comum em todas as regiões tritícolas do mundo, fazendo com que haja uma busca por genótipos que sejam resistente e ao mesmo tempo mantenham a

qualidade industrial do grão (PIRES & CUNHA, 2004). A região Sul do Brasil enfrenta constantemente problemas com a germinação na espiga, a qual afeta a qualidade dos grãos fazendo com que a indústria rejeite esse produto.

O processo de germinação ocorre devido a semente possuir um período muito curto de dormência e no momento em que as condições de temperatura e umidade estão ideais facilita a ocorrência deste fenômeno (REIS & CARVALHO, 1989). Vários estudos estão sendo realizados para identificar e padronizar metodologias para a avaliação de cultivares quanto à germinação na espiga (GAVAZZA et. al., 2012; FRANCO et. al., 2009; REIS & CARVALHO, 1989).

O objetivo do trabalho de conclusão de curso foi avaliar a influência de diferentes épocas de simulação de chuva sobre a germinação na espiga em cultivares de trigo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Germinação na espiga

A germinação na espiga, conhecida internacionalmente por PHS (Pre-Harvest Sprouting), tem sido uma das principais causas de perda de qualidade do trigo brasileiro, podendo ocorrer em praticamente todas as regiões tritícolas do mundo, e no Brasil os estados do sul são os que mais sofrem com esse problema (PIRES & CUNHA, 2004).

A germinação na espiga ocorre devido as chuvas no final do ciclo da cultura do trigo, associado a temperaturas elevadas causando a diminuição do período de dormência das sementes. Ela pode ser diagnosticada visualmente quando os danos são mais graves ou por testes de laboratório, como por exemplo o valor do Número de Queda de Hagberg (Hagberg – Falling Number) (HAGBERG, 1960).

Quando ocorre a embebição da semente do trigo, o processo de germinação inicia ativando vários processos fisiológicos, liberando hormônios vegetais e enzimas hidrolíticas. A atividade hormonal do ácido giberélico (GA) na semente embebida induzirá a síntese e a secreção de amilases. Em razão do incremento da atividade das amilases, as reservas de carboidratos serão hidrolisadas, sendo esses translocados para o embrião e usados no próprio desenvolvimento (BASSOI, 2004).

A germinação na espiga diminui o potencial de rendimento das lavouras, afeta negativamente o PH (peso do hectolitro) e principalmente diminui o valor comercial dos grãos, pois quanto maior for a germinação, menor a qualidade dos grãos e menor é o valor de venda, servindo apenas para consumo animal (FELICIO et al., 2002). Os problemas ocasionados pela germinação na espiga são conhecidos pela indústria, resultando em pães de volume reduzido, interior compacto e casca muito escura, macarrão de coloração muito escura, bolos de estruturas deformada e, em virtude de perder o poder de engrossamento, o trigo germinado não pode ser usado na produção de sopas e molhos cremosos (GUARIENTI, 1993; MIRANDA, 2006). Todos esses aspectos são resultantes da degradação do amido e proteínas no processo germinativo sendo a  $\alpha$ -amilase a principal enzima responsável pela degradação das reservas e por isso, a mais estudada atualmente (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Uma vez que o problema está associado principalmente a atividade da enzima  $\alpha$ -amilase, é preciso entender como ela pode acumular nas sementes, como ela atua

e quais as consequências. Segundo Bassoi (2004) a principal forma em que a enzima  $\alpha$ -amilase pode acumular e atuar, é quando a germinação ocorre após a maturidade fisiológica devido ao atraso na colheita e condições ambientais favoráveis.

Muitos são os fatores envolvidos na germinação na espiga, como por exemplo, a suscetibilidade da cultivar, passando pela morfologia e estrutura da espiga, pelo estágio de maturação da lavoura e pelas condições do ambiente (BASSOI, 2004).

## **2.2 Dormência de Sementes**

A dormência é um mecanismo natural de sobrevivência das espécies, onde mesmo em condições ideais de umidade, temperatura e luz as sementes não germinam. Ela serve como uma estratégia para suportar as condições adversas que as sementes enfrentam, principalmente no período que estiverem ligadas na planta mãe ou no solo, ajudando na perpetuação e adaptação das espécies. Cada espécie possui um mecanismo específico de dormência que tem como vantagem permitir as sementes superar os estresses ambientais e proteger contra a deterioração e a senescência precoce aumentando inclusive o potencial de armazenamento (KERBAUY, 2004).

Os hormônios vegetais, principalmente giberelina e ácido abscísico influenciam diretamente a dormência e a germinação nas sementes. Sabe-se que a giberelina promove a germinação e que o ácido abscísico inibe a germinação. O desenvolvimento da semente ainda ligada na planta mãe após a maturidade fisiológica vai progressivamente reduzindo o seu metabolismo, fazendo com que baixe os teores de giberelina e os de ácido abscísico aumentem (TAIZ & ZAIGER, 2004).

A dormência pode ser primária quando for determinada na maturação da semente, ou seja, é passada geneticamente. Como exemplos podemos citar as sementes com tegumento duro, presença de inibidores, imaturidade do embrião, entre outros. A dormência secundária ocorre quando após a sua maturação a semente entra em dormência devido a condições desfavoráveis para germinação, podendo ser pela falta de umidade, pela temperatura elevada como no caso das sementes de alface, entre outros (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A dormência da semente de trigo varia de acordo com os genes de cada cultivar. Em geral, cultivares com sementes de coloração branca são considerados mais sensíveis a germinação na espiga do que as de coloração vermelha. Porém, a herança de dormência é independente da coloração das sementes, constatada pelo

fato de nem todas as sementes de coloração vermelha apresentarem dormência (FRANCO, 2009). A herança de dormência é considerada uma herança complexa por depender de vários genes para expressar ou não a resistência (BEVILAQUA & EICHELBERGER, 2004).

Outro fator que pode auxiliar na resistência a germinação são os mecanismos físicos. No trigo, as glumas podem dificultar a passagem de água para a semente ou as glumas podem conter inibidores que podem auxiliar na resistência (DERERA, 1977).

As condições do ambiente, principalmente a temperatura, exercem forte influência na duração do período de dormência. Portanto, a interação entre as características genéticas de cada cultivar e as condições ambientais exercem forte influência sobre a germinação na espiga (GAVAZZA, 2012).

### **2.3 Melhoramento genético para germinação da espiga**

As cultivares modernas de trigo apresentam sementes praticamente desprovidas de dormência, pois essa característica foi vista como negativa, sendo reduzida ou eliminada durante o processo de melhoramento (BEVILAQUA & EICHELBERGER, 2004). Alguns programas de melhoramento de trigo, como por exemplo o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) no México, exerceram forte pressão de seleção sobre as cultivares de trigo contra a dormência gerando genótipos suscetíveis a germinação na espiga. Isto ocorreu devido a estratégia de acelerar a obtenção de novos genótipos semeando o trigo logo após ser colhido (FELICIO, 2002). Como consequência, observa-se, em anos com elevada umidade devido a chuvas excessivas, o fenômeno de germinação na espiga. Esse fato tem levado à perda de qualidade comercial do grão para panificação, ocasionada pela degradação do amido (BEVILAQUA & EICHELBERGER, 2004).

Franco et al., (2009) sugerem que o melhoramento genético de trigo para a característica germinação na espiga, volte às origens da base genética da cultivar Frontana para incrementar alto nível de resistência a germinação na espiga, para que possa garantir trigo de qualidade para a indústria principalmente em regiões com problemas de germinação na espiga, como no caso do Paraná e Rio Grande do Sul.

O melhoramento de trigo que visa a resistência a germinação na espiga não enfrenta problemas em como quantificar os danos causados, mas sim em como

realizar os testes de maneira uniforme para que os resultados sejam confiáveis (PRANDO et al., 2009).

#### **2.4 Métodos para avaliação da germinação na espiga**

Existem vários métodos para avaliação da germinação na espiga de trigo, o mais simples é a avaliação visual, quantificado o número de grãos normais e grãos germinados (LINHARES, 1979; REIS & CARVALHO, 1989; FRANCO, et. al., 2009; GAVAZZA et. al. 2012). Como o teste é simples, realizado visualmente, nem sempre os resultados são confiáveis pois as sementes podem não apresentar germinação visível mas apresentar uma atividade enzimática elevada significando que o processo de germinação iniciou. Além disso, neste teste não é possível avaliar a qualidade das sementes. Existe também os métodos que avaliam a atividade a enzima alfa-amilase, chamados de métodos viscosimétricos. Estes necessitam de equipamentos, como por exemplo o Amilógrafo, o RVA (Análise rápida de viscosidade) e o Número de Queda de Hagberg (Falling Number) são os métodos viscosimétrico mais utilizados (GUARIENTI & MIRANDA, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro (telado) na área experimental da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui-RS durante a estação fria de 2013. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x8, sendo oito cultivares de trigo e oito épocas de simulação de chuva, com três repetições. As unidades experimentais foram compostas por recipientes plásticos de formato cilíndrico com capacidade volumétrica de oito litros contendo quatro plantas de trigo (Figura 1).



Figura 1 – Cultivo das plantas de trigo em recipientes plásticos de formato cilíndrico localizados no viveiro da Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS, 2013.

As cultivares utilizadas foram: TBIO Iguaçu, Quartzo, Fundacep Horizonte, Fundacep Raízes, Fundacep Cristalino, TEC Vigore, TBIO Seletto e TBIO Mestre (Tabela 1). As oito épocas de simulação de chuva estão representadas na tabela 2. Para a simulação da chuva foi utilizado uma precipitação de 20 mm de água por aplicação, utilizando um pulverizador manual com capacidade de 5 litros, apresentando uma vazão de 1,92 mm por minuto.

Para identificar o momento da primeira aplicação de chuva, foram consideradas plantas fisiologicamente maduras quando as espigas perderam a coloração verde, mas os nós dos colmos ainda se mantinham verde (HANFT & WICH, 1982). Para que não houvesse interferência de chuvas naturais foi instalado uma cobertura de polietileno transparente de baixa densidade sobre as plantas (Figura 2).

Tabela 1 - Informações das cultivares referente ao obtentor, ano de lançamento, ciclo e reação a germinação na espiga, Itaqui, RS, 2013.

Cultivar	Obtentor	Ano de Lançamento	Ciclo	Germinação na espiga*
TBIO Iguaçu	Biotrigo	2012	Médio	MR
Quartzo	OR/Biotrigo	2007	Médio	R/MR
Fundacep Horizonte	Fundacep	2009	Médio	MR
Fundacep Raízes	Fundacep	2006	Médio	MR/MS
Fundacep Cristalino	Fundacep	2006	Precoce	S
TEC Vigore	CCGL TEC	2012	Precoce	S
TBIO Selete	Biotrigo	2012	Precoce	MR/MS
TBIO Mestre	Biotrigo	2012	Médio	MR

\* R – Resistente; MR – Moderadamente Resistente; S – Suscetível; MS – Moderadamente Suscetível. Fonte: Adaptado de indicações técnicas para a cultura do trigo 2013.

Tabela 2 – Códigos dos tratamentos das oito épocas de simulação de chuva, Itaqui, RS, 2013.

Códigos	Tratamentos
T1	Sem simulação de chuva
T2	Simulação de chuva na MF*
T3	Simulação de chuva aos 7 dias após a MF
T4	Simulação de chuva aos 15 dias após a MF
T5	Simulação de chuva aos 7 e aos 15 dias após a MF
T6	Simulação de chuva na MF mais aos 7 dias após a MF
T7	Simulação de chuva na MF mais aos 15 dias após a MF
T8	Simulação de chuva na MF mais aos 7 e aos 15 dias após a MF

\*MF – Maturidade Fisiológica.

Ao final do ciclo foram colhidas todas as espigas de cada unidade experimental e levadas para o laboratório de sementes para as avaliações. Para a avaliação da germinação em espiga (GE), foram selecionadas quatro espigas principais da planta, sem ser debulhadas, apenas retiradas as aristas, e colocadas em caixas do tipo gerbox com duas folhas de papel toalha do tipo Germitest® por baixo

das espigas e duas por cima onde foram colocadas em câmara de germinação por oito dias a temperatura de 20 °C (Figura 3).

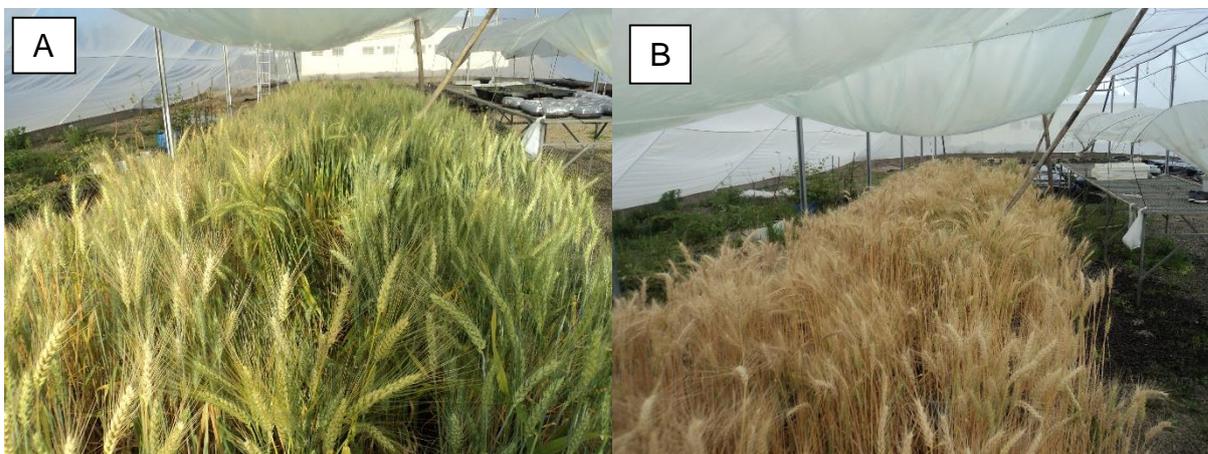


Figura 2 – Cultivares de trigo em estágio de maturidade fisiológica (A) e estágio de maturidade de colheita (B), Itaqui, RS, 2013.

Após os oito dias as espigas foram debulhadas manualmente para fazer a contagem e avaliação visual de sementes germinadas e não germinadas obtendo então a porcentagem de sementes germinadas. Já para o teste de germinação, outras seis espigas selecionadas foram debulhadas e feito o teste de germinação, tendo duas repetições de 50 sementes para cada tratamento. Foi avaliada a primeira contagem de germinação (PCG), aos quatro dias, e a germinação (Germinação) aos oitos dias (Figura 4). Após, os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância no esquema bifatorial e posterior comparação de média pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional genes (CRUZ, 2006).



Figura 3 – Teste de germinação nas espigas em caixa do tipo gerbox (A) e câmara de germinação (B), Itaqui, RS, 2013.



Figura 4 – Teste de germinação feita em papel germitest, Itaqui, RS, 2013.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de variância foi observado interação significativa ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis entre os cultivares e a simulação de chuva, indicando que o efeito da simulação de chuva nos tratamentos foi dependente da cultivar avaliada e vice-versa. Na tabela 2 estão apresentadas as médias para as variáveis germinação na espiga, primeira contagem de germinação e germinação.

Considerando a porcentagem de germinação na espiga, de maneira geral, as cultivares apresentaram comportamento variado, destacando as cultivares Horizonte e Raízes como resistentes e as cultivares Vigore e Seletto como suscetíveis a germinação na espiga. A cultivar Horizonte apresentou baixos valores de porcentagem de germinação de grãos na espiga na maioria dos tratamentos, com exceção dos tratamentos T2 e T6, com valores intermediários de germinação. Já a cultivar Raízes apresentou alta germinação na espiga nos tratamentos T5 e T8, média germinação no T7 e baixa germinação nos demais tratamentos. A cultivar Seletto demonstrou alta sensibilidade à germinação na espiga em função dos elevados valores observados em todos os tratamentos. Já a cultivar Vigore apresentou altos valores na maioria dos tratamentos, exceto nos tratamentos 4 e 7, destacando os baixos valores do T4, que fugiram da tendência dos demais tratamentos. As cultivares Cristalino e Mestre apresentaram valores intermediários a altos para os tratamentos podendo ser classificadas como moderadamente sensíveis a germinação na espiga.

Não foi possível verificar uma época de simulação de chuva que favoreceu a germinação de grãos na espiga para todas as cultivares. De maneira geral, os tratamentos T2 e T6 foram os que mais promoveram a germinação na espiga, destacando o tratamento três (simulação de chuva na maturação fisiológica e sete dias após a maturação fisiológica), o qual apresentou altos valores de germinação para todas as cultivares, com exceção para as cultivares Raízes e Mestre demonstrando valores intermediários. Já para o T5 as cultivares evidenciaram valores de germinação na espiga de baixos a intermediários, dessa forma, o tratamento não foi afetado como os demais. Com relação aos tratamentos 3 e 7, exceto para as cultivares Seletto e Vigore, respectivamente, também apresentaram valores de intermediários a baixos para a variável.

Tabela 3 – Comparação de média entre oito cultivares de trigo e oito épocas de simulação de chuva para as variáveis: germinação na espiga (%), primeira contagem de germinação (%) e germinação (%). Itaqui, RS, 2013.

Cultivares	T1 <sup>+</sup>	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Média cultivar
	Germinação na espiga (%)								
Iguaçu	76 aA*	59 bB	27 cD	37 cC	44 bC	85 aA	13 dD	17 cD	45
Quartzo	46 bB	73 aA	30 cC	7 dD	23 cC	82 aA	20 cC	8 cD	36
Horizonte	23 cC	45 cB	30 cC	18 dC	30 bC	61 bA	16 dC	16 cC	30
Raízes	24 cD	26 dD	25 cD	48 cC	67 aB	38 cC	40 cC	82 aA	44
Cristalino	37 bC	77 aA	50 bB	85 aA	57 bB	79 aA	59 bB	54 bB	62
Vigore	79 aA	79 aA	75 aA	6 dC	66 aB	87 aA	68 bB	81 aA	68
Seleto	77 aB	90 aA	71 aB	94 aA	76 aB	83 aA	84 aA	88 aA	83
Mestre	72 aA	78 aA	57 bB	71 bA	51 bB	62 bB	54 bB	78 aA	65
Média época	51	67	48	49	53	70	49	58	
Primeira contagem de germinação (%)									
Iguaçu	34 cC	53 bC	33 bC	92 aA	73 aB	66 bB	89 aA	72 aB	64
Quartzo	31 cC	64 bA	62 bA	49 bB	77 aA	64 bA	55 bB	75 aA	60
Horizonte	22 cC	48 bB	47 bB	89 aA	73 aA	54 bB	86 aA	83 aA	63
Raízes	17 cC	56 bB	45 bB	88 aA	71 aA	58 bB	93 aA	89 aA	65
Cristalino	38 cB	70 aA	33 bB	76 aA	61 aA	86 aA	60 bA	63 aA	61
Vigore	86 aA	89 aA	92 aA	90 aA	90 aA	84 aA	92 aA	48 bB	84
Seleto	62 bA	81 aA	41 bB	79 aA	83 aA	77 aA	79 aA	40 bB	68
Mestre	54 bB	81 aA	86 aA	85 aA	82 aA	89 aA	83 aA	66 aB	78
Média época	43	68	55	81	76	72	80	67	
Germinação (%)									
Iguaçu	91 aA	94 aA	81 bA	99 aA	91 aA	94 aA	97 aA	94 aA	93
Quartzo	88 aA	88 aA	93 aA	88 aA	98 aA	94 aA	81 bA	96 aA	91
Horizonte	51 cD	88 aB	70 cC	98 aA	97 aA	80 bB	99 aA	95 aA	85
Raízes	63 bC	85 aB	82 bB	98 aA	94 aA	73 bC	98 aA	96 aA	86
Cristalino	82 aB	95 aA	88 aB	97 aA	88 aB	93 aA	96 aA	82 bB	90
Vigore	98 aA	97 aA	95 aA	99 aA	96 aA	94 aA	97 aA	94 aA	96
Seleto	95 aA	93 aA	85 bA	99 aA	98 aA	96 aA	96 aA	87 bA	94
Mestre	92 aA	89 aA	90 aA	92 aA	93 aA	94 aA	97 aA	85 bA	92
Média época	83	91	86	96	94	90	95	91	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro.

+ Tratamentos: T1: testemunha (sem simulação de chuva); T2: simulação de chuva na maturação fisiológica; T3: simulação de chuva sete dias após a maturação fisiológica; T4: simulação de chuva quinze dias após a maturação fisiológica; T5: simulação de chuva na maturação fisiológica mais aos sete dias; T6: simulação de chuva na maturação fisiológica mais aos quinze dias; T7: simulação de chuva somente aos sete e aos quinze dias após a maturação fisiológica; e T8: simulação de chuva na maturação fisiológica mais aos sete e aos quinze dias.

Analisando os resultados da testemunha (T1) que deveria ser a maior porcentagem de germinação para todas as cultivares, e a época de maior número de simulação de chuva (T8), a qual apresenta as piores médias de porcentagem de

germinação na espiga, verifica-se que isso não ocorreu, havendo a necessidade de mudanças na metodologia do trabalho.

Em um experimento realizado por Gavazza et al. (2012), a avaliação da germinação de grãos na espiga foi realizada enrolando o papel germitest sobre a espiga de trigo, dessa forma, foi possível diferenciar os níveis de germinação na espiga. Diferente do modo como foi feito neste trabalho, que somente foi colocado duas folhas em baixo e duas folhas em cima das espigas. Franco et al. (2009) ao avaliarem a germinação pré-colheita simularam sobre as espigas um total de 993 mm de chuva em ambiente controlado obtendo sucesso na diferenciação visual e em testes de germinação, das cultivares suscetíveis e resistentes a germinação. Porém, esse volume de irrigação não condiz com as chuvas registradas no período de maturação da cultura. O mesmo pode ser considerado para este trabalho, pois poderia ser utilizado uma simulação de chuvas mais elevadas, como por exemplo, 50 mm.

Para a variável primeira contagem de germinação (PCG), em %, considerando a testemunha (T1) foi constatado baixa porcentagem de germinação para todas as cultivares, com exceção da cultivar Vigore que apresentou a maior média de PCG. Ainda para a cultivar Vigore, em todos os tratamentos, exceto no T8, foi verificado alta porcentagem de germinação, superior aos 80%, podendo-se inferir que apresenta elevado potencial germinativo, possivelmente ao fato de apresentar alto teor de  $\alpha$ -amilase, porém, necessitando comprovar esta informação. As cultivares avaliadas, menos Vigore e Seleto, aumentaram os valores de PCG em todos os tratamentos. Este fato pode ser explicado como um condicionamento fisiológico do grão, onde as cultivares ao receberem o tratamento de simulação de chuva absorveram água, e iniciaram o processo germinativo, o qual foi paralisado pela ausência de condições adequadas, principalmente por um período prolongado de falta de umidade, ou seja, um período de secagem dos grãos. Pois quando o grão foi submetido ao processo de germinação, em condições controladas, o processo de retomada da germinação foi promovido, justificando os maiores valores de PCG. Com relação aos tratamentos de simulação de chuva, verificou-se que os tratamentos T4, T5 e T7, exceto para as cultivares Quartzo e Iguaçu, respectivamente, apresentaram elevados valores para primeira contagem de germinação.

Para a variável germinação, as cultivares Iguaçu, Quartzo, Vigore, Seleto e Mestre não apresentaram diferenças entre os tratamentos, as quais demonstraram elevados valores de germinação. Já a cultivar Cristalino apresentou incremento na

germinação em relação a testemunha (sem simulação de chuva), com exceção para o T8, porém com valores superiores aos 80% de germinação. Esse desempenho também foi observado para as cultivares Horizonte e Raízes, porém, com alguns tratamentos apresentando valores abaixo de 80% de germinação. No tratamento T8 (simulação de chuva na maturação fisiológica mais aos sete e aos quinze dias após a maturação fisiológica) que se esperava que a germinação fosse afetada devido a maior incidência de chuva as cultivares não apresentaram baixa porcentagem de germinação que caracterizaria o dano causado pelo excesso de chuva. Nesta época todas as cultivares ficaram acima dos 80% de germinação.

Analisando os resultados das médias de porcentagem de germinação percebe-se que nos tratamentos envolvendo a simulação de chuva nos quinze dias após a maturação fisiológica e suas associações favoreceram o aumento da germinação. Isto se confirma quando os dados são analisados em conjunto com as médias da primeira contagem de germinação. Isto pode ser explicado pelo sistema trifásico de germinação das sementes, no momento da simulação de chuva ocorre a embebição, inicia o processo germinativo, mas logo cessa devido à temperatura do ambiente favorecendo a evaporação ou a baixa quantidade de água simulada na chuva, e quando colocadas para germinar no laboratório elas já estão com o seu metabolismo adiantado (MARCOS FILHO, 2005; FLOSS, 2004).

Para o comportamento das cultivares Horizonte e Raízes, na qual apresentaram valores baixos de germinação nos testes realizados, isso pode ser explicado devido a fatores relacionados a estrutura da espiga (DERERA et al., 1977), na qual impede a penetração de água, ou ainda ao acúmulo de substâncias inibidoras de germinação adquiridas durante o processo de formação de grão (MARCOS FILHO, 2005; GAVAZZA, et al., 2012).

## 6 CONCLUSÃO

As cultivares Horizonte e Raízes demonstraram certo nível resistência analisando as variáveis, podendo ser classificadas como moderadamente resistentes a germinação na espiga. As demais cultivares apresentaram comportamento variado conforme a variável analisada.

Para as variáveis primeira contagem de germinação e germinação todas as cultivares foram afetadas pela simulação de chuva, destacando os tratamentos T4, T7 e T8 como os mais críticos a cultura do trigo.

Sugere-se que para outros trabalhos relacionados com a germinação na espiga que sejam acrescentados a avaliação do número de queda de Hagberg.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSOI, M. C. Aspectos gerais da germinação pré-colheita e seu controle genético In: Cunha, G. R & Pires, J. L. F. **Germinação pre-colheita em trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, c. 2, p. 21-136, 2004.

BEVILAQUA, G. A. P.; EICHELBERGER, L. Germinação e dormência. In: Cunha, G. R & Pires, J. L. F. **Germinação pre-colheita em trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, c. 3, p. 137-180, 2004.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV. 2005. 969p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: levantamento**. Brasília: Conab, dezembro, 2009. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos\\_09.12.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos_09.12.pdf)>. Acesso em: 28 de novembro de 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Boletim de Monitoramento Agrícola – Cultivos de Inverno, outubro**. Brasília: Conab, Outubro, 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_10\\_23\\_10\\_20\\_02\\_boletim\\_graos\\_outubro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_10_23_10_20_02_boletim_graos_outubro_2014.pdf)>. Acesso em 05 de novembro de 2014.

CAZETTA, D. A.; FILHO, D. F.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos a adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Bragantina**, v.67, n.3, p.741-750, 2008.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 2006. 382p.

DERERA, N. F.; BHATT, G. M.; McMASTER, G. J. On the problem of pre-harvest sprouting of wheat. **Euphytica**, v.26, p.299-308, 1977.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento online 06**. Passo Fundo. 2002. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp06\\_3.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp06_3.htm)>. Acesso em: 26 de novembro de 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO Statistical Yearbook**. World Food and Agriculture. Rome. 2013. Disponível em:

<<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>>. Acessado em 15 de janeiro de 2015.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; GERMANI, R.; FREITAS, J. G. Rendimento e processo germinativo do grão na espiga de trigo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.37, n.3, p.289-294, 2002.

FILHO, O. R. Informativo técnico 1. **BIOTRIGO**, 2010. Disponível em: <<http://biotrigo.simor.com.br/arq/20121010144736116532143.pdf>>. Acesso em 20 de novembro de 2014.

FLOSS, E. F. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 2° ed. Passo Fundo: UPF. 2004. 536p.

FORNASIERI, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep. 2008. 338p.

FRANCO, F. A.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A.; SCHUSTER, I.; PREDEBON, C. T.; MARCHIORO, V. S. Tolerância à germinação na espiga em cultivares de trigo colhidos na maturação fisiológica. **Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2398-2401, 2009.

GAVAZZA, M. I. A.; BASSOI, M. C.; CARVALHO, T. C.; FILHO, J. C. B.; PANOBIANCO, M. Methods for assessment of pre-harvest sprouting in wheat cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.47, n.7, p.928-933, 2012.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. Embrapa-CNPQ: Passo Fundo, 1993. 27 p.

GUARIENTI, E. M. & MIRANDA, M. Z. Determinação da germinação pré-colheita em trigo. IN: PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA, c. 2, p. 291-308, 2004.

HAGBERG, S. A. Rapid method for determining alpha-amylase activity. **Cereal Chemistry**. v.37, p.218-222, 1960.

HANFT, J. M.; WYCH, R. D. Visual indicators of physiological maturity in hard spring wheath. **Crop Science**. V.22, p.584-587, 1982.

Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. **Informações técnicas para o cultivo de trigo e triticale**. IAPAR, Londrina, PR. 2013. 220 p.

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

MIRANDA, M. Z. Trigo: germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado. **Embrapa trigo**: Passo Fundo. Doc. 74, dez. 2006.

PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2004. 320 p.

PRANDO, A. M.; FRONZA, V.; BASSOI, M. C. Germinação pré-colheita de cultivares de trigo com simulação de chuva em casa de vegetação. **IV Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**: Londrina – PR. Doc. 312, p. 187-191, 2009.

REIS, M. S.; CARVALHO, F. I. F. Eficiência de três métodos artificiais para identificação da variabilidade do caráter germinação na espiga em trigo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.1, n.1, p.63-72, 1989.

SCALCO, M. S.; FARIA, M. A.; GERMANI, R.; MORAIS, A. R. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.26, n.2, p.400-410, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3° ed. 2004. 719 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Editora Guanabara Koogan S.A.: Rio de Janeiro. 2004. 452 p.