

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



**Tese**

**Comparação e seleção de populações de trigo:  
componentes de rendimento, qualidade industrial e  
resistência à giberela**

**Liamara Bahr Thurow**

Pelotas, 2019

**Liamara Bahr Thurow**

**Comparação e seleção de populações de trigo: componentes de rendimento,  
qualidade industrial e resistência à giberela**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ciências (área do conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientador: Antonio Costa de Oliveira, Ph.D. – FAEM/UFPeI

Co-orientador: Luciano Carlos da Maia, Dr. – FAEM/UFPeI

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

T542c Thurow, Liamara Bahr

Comparação e seleção de populações de trigo: componentes de rendimento, qualidade industrial e resistência à giberela / Liamara Bahr Thurow ; Antonio Costa de Oliveira, orientador ; Luciano Carlos da Maia, coorientador. — Pelotas, 2019.

169 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. *Triticum aestivum*. 2. Adaptabilidade e estabilidade. 3. Componentes de variância. 4. Testes físicos, químicos e reológicos. 5. Grãos giberelados. I. Oliveira, Antonio Costa de, orient. II. Maia, Luciano Carlos da, coorient. III. Título.

CDD : 633.16

**Banca Examinadora:**

Antonio Costa de Oliveira, Ph.D. - Dep. de Fitotecnia, FAEM/UFPeI

Camila Pegoraro, Dr<sup>a</sup> – Dep. de Fitotecnia, FAEM/UFPeI.

Maurício de Oliveira, Dr. - Dep. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, FAEM/UFPeI.

Solange Ferreira da Silveira Silveira, Dr<sup>a</sup> – IFSUL/CAVG.

## **Dedico**

A minha família, pelo amor, apoio e dedicação.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original. ”

(Albert Einstein)

## **Agradecimentos**

A Deus, pelo estimável dom da vida, por me fortalecer em todos os momentos.

A meus Pais, Neldo e Ilma, meus modelos de caráter, que sempre apoiaram minhas escolhas, muitas vezes abdicando de seus sonhos em favor dos meus. Pelo incentivo, amor, confiança e carinho, não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, meu eterno obrigado.

Aos meus queridos irmãos, Liane e Márcio, que sempre me incentivaram, acreditaram no meu potencial, por sempre me estenderem a mão quando eu precisei. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

Ao meu amado esposo Matheus, por todo amor, carinho, paciência e compreensão que tem me dedicado, por entender que muitas vezes foi preciso trocar a sua companhia e carinho por livros e notebook.

Aos professores Antonio Costa de Oliveira, Luciano Carlos da Maia e Camila Pegoraro quero agradecer pela amizade e confiança, por todos os ensinamentos, pelo tempo dedicado para esclarecer dúvidas, pela compreensão e por todas as oportunidades.

A minha amiga e colega de sala Raíssa, quero agradecer por todas as palavras de incentivo, pelo carinho e por sua valiosa amizade.

Ao colega e amigo Maicon Nardino pela valiosa ajuda nas análises estatísticas.

Ao grupo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, em especial aos amigos Cezar, Vianeí, Latóia, Lílian, Stefânia, Victoria, Henrique e ao Evandro, pela preciosa contribuição em todos os trabalhos, sem a ajuda de vocês este trabalho não teria sido realizado.

A Universidade Federal de Pelotas e a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pela oportunidade de realização do curso de graduação e pós-graduação. Ao CNPq por conceder a bolsa de doutorado.

Obrigado a todos que, mesmo não estando citados aqui, contribuíram para a conclusão desta etapa da minha vida. Meus sinceros agradecimentos.

## Resumo

THUROW, Liamara B. **Comparação e seleção de populações de trigo: componentes de rendimento, qualidade industrial e resistência à giberela**. 2019. 169f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2019.

Por ser uma importante fonte de carboidratos, o trigo é uma cultura de grande relevância na alimentação humana. O Brasil revela um quadro de insuficiência neste cereal, necessitando importar metade do consumo nacional. Esta falta de trigo no país deve-se principalmente a instabilidade climática nos principais estados produtores, além de, fatores comerciais, variáveis institucionais e a falta de políticas públicas atraentes aos tricultores. Muitos programas de melhoramento estão realizando pesquisas para obter genótipos mais produtivos, que apresentem boa qualidade tecnológica, com resistência as principais doenças, estáveis e adaptadas as regiões de cultivo. No entanto, todos estes atributos são governados por caracteres quantitativos, dificultando a seleção e obtenção de genótipos superiores. A caracterização variabilidade genética de uma população, a predição da porção realmente herdável e o ganho por seleção do caráter de interesse tornam-se ferramentas promissoras e de grande valia para os programas de melhoramento. O objetivo principal deste trabalho foi comparar populações de trigo quanto a componentes do rendimento de grãos, qualidade industrial e resistência à giberela. Foram alvo do estudo as populações provenientes dos cruzamentos: 1: Abalone x Fundacep Nova Era; 2: Ônix x Fundacep Raízes; 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; 5: CD 104 x Fundacep Raízes e 6: Fundacep Nova Era x CD 120, em três gerações distintas ( $F_4$ ,  $F_5$  e  $F_6$ ). Foram avaliados os caracteres: comprimento de espiga (CE), massa de espiga (ME), número de grãos da espiga (NGE), massa de grãos da espiga (MGE), rendimento de grãos (RG), caracteres de qualidade industrial e severidade de infecção e grãos giberelados. O uso de métodos para análise de estabilidade e adaptabilidade foi capaz de identificar genótipos superiores para ambientes em condições favoráveis e desfavoráveis, no entanto, o método de Lin e Binns e o método de modelos mistos (BLUPs) apresentam informações redundantes. O melhor método para identificar os genótipos mais estáveis e também os mais produtivos foi método de modelos mistos (BLUPs). A variância fenotípica apresentou a porção herdável muito pequena, sendo a maior parte devido ao efeito do ambiente. A herdabilidade entre famílias foi maior, sendo indicado realizar seleção entre as famílias para obtenção de maiores ganhos. A população 6 apresentou os maiores ganhos para CE, ME e NGE. Foram selecionadas 11 famílias (populações 2, 4 e 6) para incremento simultâneo dos quatro caracteres avaliados. As populações apresentaram variabilidade para os caracteres relacionados a qualidade industrial, bem como, a associação negativa entre os caracteres rendimento de grãos e teor de proteína. Os testes físicos, químicos e reológicos para determinação da qualidade industrial apresentaram-se correlacionados. A população 4 se destaca quanto aos caracteres de qualidade industrial avaliados. A família 49 é promissora para uso em blocos de cruzamento para incremento do teor de proteína. As cultivares Fundacep Nova Era e Fundacep Cristalino apresentaram menor severidade de infecção por giberela e número de grãos giberelados, respectivamente, não sendo superada por nenhuma população. A população 4 é menos suscetível à infecção por giberela, com destaque para as famílias 25, 104, 106 e 107.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; adaptabilidade e estabilidade; componentes de variância; testes físicos, químicos e reológicos; grãos giberelados.

## Abstract

THUROW, Liamara B. **Comparison and selection of wheat populations: yield components, industrial quality and resistance to gibberella.** 2019. 169f. Thesis (Doctoral) - Post Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas - RS. 2019.

Being an important carbohydrate source, wheat is a crop of great relevance in human food. Brazil is not self sufficient regarding this crop, the imports accounting for half of the national consumption. This lack of wheat in the country is mainly due to climatic instability in the main producing states, besides, commercial factors, institutional variables and the lack of attractive public policies to the wheat farmers. Many breeding programs are carrying out investigations to obtain higher yielding genotypes that present good technological quality, with resistance to the main diseases, stable and adapted to the growing regions. However, all these attributes are governed by quantitative traits, making it difficult to select and obtain superior genotypes. The characterization of the genetic variability of a population, the prediction of the truly inheritable portion and the gain by selection of the target character become promising tools and of great value to the breeding programs. The main objective of this work was the comparison of wheat populations for yield components, industrial quality and resistance to gibberella. The populations originated from the following crosses: 1: Abalone x Fundacep Nova Era; 2: Ônix x Fundacep Raízes; 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; 5: CD 104 x Fundacep Raízes and 6: Fundacep Nova Era x CD 120, in three distinct generations ( $F_4$ ,  $F_5$  and  $F_6$ ). The traits of spike length (SL), mass spike (MS), number of grains per spike (NGS), mass of grains per spike (MGS), grain yield (GY) industrial quality characters and severity infection and gibberella infected grains. The use of methods for stability and adaptability analyses allowed the identification of superior genotypes for environments in favorable and unfavorable conditions. However, the Lin and Binns method and the mixed model method (BLUPs) present redundant information. The best method to identify the most stable genotypes and also the most productive was the mixed model method (BLUPs). The inheritable portion of the phenotypic variance was very small, showing a large effect of the environment. The heritability among families was higher, being indicated to carry out selection among the families to obtain larger gains. Population 6 presented the highest gains for SL, MS and NGS. Eleven families (populations 2, 4 and 6) were selected to simultaneously increase the four characters evaluated. The populations showed variability for the traits related to industrial quality, as well as the negative association between grain yield and protein content. The physical, chemical and rheological tests for industrial quality determination were correlated. Population 4 stands out for the industrial quality characters evaluated. The family 49 is promising for use in cross-blocks to increase protein content. The cultivars Fundacep Nova Era and Fundacep Cristalino showed lower severity of gibberella infection and number of gibberella infected grains, respectively, and was not surpassed by any population. Population 4 is less susceptible to gibberella infection, especially families 25, 104, 106 and 107.

**Key words:** *Triticum aestivum*; adaptability and stability, variance components; physical, chemical and rheological tests; gibberella infected grains.

## Lista de figuras

### Capítulo 1: Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica do caráter massa de grãos da espiga em genótipos de trigo

- Figura 1. 1** - Plotagem dos escores dos fatores 1 e 2, quanto a interação genótipo x ambiente segundo a análise conjunta proposta pelo método de análise de fatores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....36
- Figura 1. 2** - Análise Biplot pelo método de AMMI. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....37
- Figura 1. 3** - Coeficiente de correlação de Sperman entre o ranqueamento dos 113 genótipos obtidos para massa de grãos da espiga (MGE) e os métodos de adaptabilidade e estabilidade. B<sub>Geral</sub>: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseando a seleção no método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG), considerando o desempenho médio dos genótipos nos três ambientes; BA1: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseando a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 1; BA2: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 2; BA3: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseando a na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 3. PC1: Componente principal 1 pelo método AMMI; PC2: Componente principal 2 pelo método AMMI. P<sub>igeral</sub>: P<sub>i</sub> Geral pelo método de Lin e Binns; P<sub>iFav</sub>: P<sub>i</sub> para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; P<sub>iDesf</sub>: P<sub>i</sub> para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns;  $\beta$ 1: Adaptabilidade pelo método de Eberhart e Russel; SD2: Estabilidade pelo método de Eberhart e Russel; P<sub>iG</sub>: P<sub>i</sub> Geral pelo método de Lin e Binns; P<sub>iF</sub>: P<sub>i</sub> para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; P<sub>iD</sub>: P<sub>i</sub> para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns; Fator 1 e Fator 2 pelo método de análise de fatores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....39

## Capítulo 4: Caracterização de populações de trigo quanto à infecção por giberela

**Figura 4. 1** - Dados agroclimatológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas durante o ciclo da cultura. Semeadura em 18 de junho, florescimento entre 04 de setembro a 02 de outubro de 2015. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....147

**Figura 4. 2** - Dados agroclimatológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas durante o ciclo da cultura. Semeadura em 10 de junho, florescimento entre 12 e 26 de setembro de 2016. CGF- FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019..147

**Figura 4. 3** - Distribuição de frequências das famílias  $F_6$  para o caráter severidade de infecção à giberela. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....150

**Figura 4. 4** - Distribuição de frequências das famílias  $F_5$  para o caráter grãos giberelados da espiga no ano de 2015. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....154

**Figura 4. 5** - Distribuição de frequências das famílias  $F_6$  para o caráter grãos giberelados da espiga no ano de 2016. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....155

## Lista de tabelas

### **Capítulo 1: Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica do caráter massa de grãos da espiga em genótipos de trigo**

|                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.1</b> - Análise de variância (ANOVA), para 113 genótipos em 3 ambientes. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                                                                                                             | 27 |
| <b>Tabela 1. 2</b> - Índice ambiental dos três ambientes avaliados. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....                                                                                                                                               | 28 |
| <b>Tabela 1. 3</b> - Estimativas de adaptabilidade e estabilidade fenotípica obtidos pelos métodos de Eberhart e Russel, Lin e Binns, AMMI e BLUPs para massa de grãos na espiga em 113 genótipos em 3 ambientes. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019..... | 30 |
| <b>Tabela 1. 4</b> - Resumo da análise de fatores para 113 genótipos avaliados em três ambientes. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                                                                                                | 35 |

### **Apêndices capítulo 1**

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1. 5</b> - Médias do caráter massa de grãos na espiga (MGE) de 113 genótipos de trigo em três ambientes (anos), no município de Capão do Leão – RS. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                                                       | 44 |
| <b>Tabela 1. 6</b> - Ranqueamento dos 113 genótipos de trigo avaliados em três ambientes (anos), no município de Capão do Leão, quando a massa de grãos da espiga, adaptabilidade e estabilidade dados por cada método estatístico. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. .... | 46 |
| <b>Tabela 1. 7</b> - Coeficiente de correlação de Sperman entre o ranqueamento dos 113 genótipos obtidos para massa de grãos da espiga (MGE) e os métodos de adaptabilidade e estabilidade. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                         | 51 |

### **Capítulo 2: Estimativa dos componentes da variância e seleção de famílias F<sub>6</sub> de trigo**

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 2. 1</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. .... | 62 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 2. 2</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....           | 63 |
| <b>Tabela 2. 3</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. .... | 64 |
| <b>Tabela 2. 4</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....  | 65 |
| <b>Tabela 2. 5</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                   | 69 |
| <b>Tabela 2. 6</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                   | 70 |
| <b>Tabela 2. 7</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                         | 71 |
| <b>Tabela 2. 8</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                                         | 72 |
| <b>Tabela 2. 9</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                               | 75 |
| <b>Tabela 2. 10</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                              | 76 |
| <b>Tabela 2. 11</b> - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....                               | 77 |

**Tabela 2. 12** - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....78

**Tabela 2. 13** - Ganho por seleção entre e dentro de famílias, para quatro caracteres, em seis populações segregantes de trigo em geração F<sub>6</sub>. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....79

**Tabela 2. 14** - Média da população F<sub>6</sub>, nova média após o ganho por seleção entre as famílias e as famílias selecionadas em cada população em quatro caracteres. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....81

## **Apêndice capítulo 2**

**Tabela 2. 15** - Médias das famílias de cada população F<sub>6</sub> para os caracteres Comprimento de espiga (CE), massa da espiga (ME), número de grãos da espiga (NGE) e massa de grãos da espiga (MGE). CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....87

## **Capítulo 3: Qualidade industrial de famílias F<sub>6</sub> de trigo: diferenças físicas, químicas e reológicas**

**Tabela 3. 1** - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações e seus genitores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....96

**Tabela 3. 2** - Coeficientes das correlações fenotípicas entre caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações e seus genitores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....102

**Tabela 3. 3** - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos de caracteres relacionados a qualidade industrial sobre o caráter rendimento de grãos em seis populações segregantes de trigos e os genitores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....109

### **Apêndices capítulo 3**

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 3. 4</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações segregantes de trigo e nos genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019. .... | 122 |
| <b>Tabela 3. 5</b> - Classificação dos 113 genótipos quanto aos caracteres PH, MMMG e FN. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019. ....                                                                        | 128 |
| <b>Tabela 3. 6</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nos genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019. ....                                           | 131 |
| <b>Tabela 3. 7</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 1. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                              | 132 |
| <b>Tabela 3. 8</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 2. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                              | 134 |
| <b>Tabela 3. 9</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                              | 134 |
| <b>Tabela 3. 10</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 4. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                             | 137 |
| <b>Tabela 3. 11</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 5. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                             | 140 |
| <b>Tabela 3. 12</b> - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.....                             | 142 |

## **Capítulo 4: Caracterização de populações de trigo quanto à infecção por giberela**

**Tabela 4. 1** - Resultados da análise de estatística descritiva do caráter severidade de infecção a giberela em seis populações F<sub>6</sub> no ano de 2016, e seus genitores para o conteúdo médio desses componentes. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....149

**Tabela 4. 2** - Resultados da análise de estatística descritiva do caráter grãos giberelados da espiga em seis populações nas gerações F<sub>5</sub> e F<sub>6</sub>, nos anos de 2015 e 2016, e seus genitores para o conteúdo médio desses componentes. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....153

**Tabela 4. 3** - Análise de médias para os caracteres grãos giberelados, nos anos de 2015 e 2016, e severidade avaliada apenas no ano de 2016, avaliados em seis populações e seus genitores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.....157

**Tabela 4. 4** - Análise de médias da população 4 para os caracteres grãos giberelados (GG) nos anos de 2015 e 2016, e severidade avaliada apenas no ano de 2016. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....158

## **Apêndice geral**

**Tabela 1** - Genealogia dos 113 genótipos avaliados. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019. ....166

## **Sumário**

|                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Resumo .....                                                                                                                                                    | 8         |
| Abstract .....                                                                                                                                                  | 10        |
| Lista de figuras .....                                                                                                                                          | 11        |
| Lista de tabelas.....                                                                                                                                           | 13        |
| Introdução Geral.....                                                                                                                                           | 20        |
| <b>Capítulo 1: Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica do caráter massa de grãos da espiga em genótipos de trigo .....</b> | <b>23</b> |
| 1.1 Introdução .....                                                                                                                                            | 24        |
| 1.2 Material e métodos.....                                                                                                                                     | 25        |
| 1.2.1 Ano e Local.....                                                                                                                                          | 25        |
| 1.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários .....                                                                                                 | 25        |
| 1.2.3 Populações avaliadas.....                                                                                                                                 | 26        |
| 1.2.4 Delineamento experimental .....                                                                                                                           | 26        |
| 1.2.5 Caracteres avaliados .....                                                                                                                                | 26        |
| 1.2.6 Análises Estatísticas .....                                                                                                                               | 26        |
| 1.3 Resultados e Discussão .....                                                                                                                                | 27        |
| 1.4 Conclusões .....                                                                                                                                            | 40        |
| 1.5 Referências bibliográficas .....                                                                                                                            | 40        |
| 1.6 Apêndices .....                                                                                                                                             | 44        |
| <b>Capítulo 2: Estimativa dos componentes da variância, parâmetros genéticos e seleção de famílias F<sub>6</sub> de trigo .....</b>                             | <b>52</b> |
| 2.1 Introdução .....                                                                                                                                            | 53        |
| 2.2 Material e métodos.....                                                                                                                                     | 54        |
| 2.2.1 Ano e Local.....                                                                                                                                          | 54        |
| 2.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários .....                                                                                                 | 54        |
| 2.2.3 Populações avaliadas.....                                                                                                                                 | 54        |
| 2.2.4 Delineamento experimental .....                                                                                                                           | 55        |
| 2.2.5 Caracteres avaliados .....                                                                                                                                | 55        |
| 2.2.6 Análises estatísticas .....                                                                                                                               | 55        |
| 2.3 Resultados e discussão .....                                                                                                                                | 60        |
| 2.4 Conclusões .....                                                                                                                                            | 82        |
| 2.5 Apêndices .....                                                                                                                                             | 87        |

|                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Capítulo 3: Qualidade industrial de famílias F<sub>6</sub> de trigo: diferenças físicas, químicas e reológicas .....</b> | <b>89</b>  |
| 3.1 Introdução .....                                                                                                        | 90         |
| 3.2 Material e métodos.....                                                                                                 | 91         |
| 3.2.1 Ano e Local.....                                                                                                      | 91         |
| 3.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários.....                                                              | 91         |
| 3.2.3 Populações avaliadas.....                                                                                             | 92         |
| 3.2.4 Delineamento experimental .....                                                                                       | 92         |
| 3.2.5 Caracteres avaliados .....                                                                                            | 92         |
| 3.2.6 Análises estatísticas .....                                                                                           | 93         |
| 3.3 Resultados e discussão .....                                                                                            | 94         |
| 3.4 Conclusões .....                                                                                                        | 114        |
| 3.5 Referências .....                                                                                                       | 114        |
| 3.6 Apêndices .....                                                                                                         | 122        |
| <b>Capítulo 4: Caracterização de populações de trigo quanto à infecção por giberela.....</b>                                | <b>143</b> |
| 4.1 Introdução .....                                                                                                        | 144        |
| 4.2 Material e métodos.....                                                                                                 | 145        |
| 4.2.1 Ano e Local.....                                                                                                      | 145        |
| 4.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários.....                                                              | 145        |
| 4.2.3 Populações avaliadas.....                                                                                             | 145        |
| 4.2.4 Delineamento experimental .....                                                                                       | 145        |
| 4.2.5 Caracteres avaliados .....                                                                                            | 146        |
| 4.2.6 Análises estatísticas .....                                                                                           | 146        |
| 4.2.7 Dados agroclimatológicos.....                                                                                         | 146        |
| 4.3 Resultados e discussão .....                                                                                            | 148        |
| 4.4 Conclusões .....                                                                                                        | 159        |
| 4.5 Referências .....                                                                                                       | 159        |
| Considerações Finais .....                                                                                                  | 163        |
| Referências (Introdução Geral) .....                                                                                        | 164        |
| Apêndice Geral.....                                                                                                         | 166        |
| Vita.....                                                                                                                   | 169        |

## Introdução Geral

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é originário do Crescente Fértil, pertencente à família Poaceae, tribo Triticeae, sub-tribo Triticinae e gênero *Triticum*. Apresenta ploidia hexaploide com genoma AABBDD, com um número cromossômico básico igual a sete (DUBCOVSKY e DVORAK, 2007; PIANA e CARVALHO, 2008; MATSOUAKA, 2011; LING et al., 2013). Devido a sua origem ser de hibridações naturais entre os gêneros *Triticum* e *Aegilops*, combinando genomas completos de espécies diploides distintas, o trigo é amplamente disperso e adaptado a várias regiões do mundo distribuídos em latitudes de 0° a 60° e altitudes de 250 m abaixo do nível do mar até 3500 m (BRAMMER et al., 2001).

É uma das principais fontes energéticas, com grande relevância na dieta alimentar, devido a sua qualidade e quantidade de proteínas e por sua variedade de produtos derivados. Ocupa mais de 25% da terra mundial agricultável, com aproximadamente 30% da produção mundial de grãos, além de ser uma alternativa na rotação e sucessão de culturas nos sistemas de produção (MORI, 2015; PUNIA, SANDHU e SIROHA, 2017).

É o segundo cereal mais produzido no mundo com 771,7 milhões de toneladas, numa área de 218,5 milhões de ha e com produtividade média de 3.531 Kg ha<sup>-1</sup>. O maior produtor mundial é a China (134,3 milhões de t em 24,5 milhões de ha, com produtividade de 5.481 Kg ha<sup>-1</sup>) seguido da Índia (98,5 milhões de t, numa área de 30,6 milhões de ha, com produtividade de 3.219 Kg ha<sup>-1</sup>) (FAOSTAT, 2017).

O Brasil, na safra de 2018, produziu 5,47 milhões de t, numa área de 2,04 milhões de ha, com produtividade média de 2.685 Kg ha<sup>-1</sup>. O país necessitou importar 6,4 milhões de t para suprir a demanda (CONAB, 2018). Este cenário de grande instabilidade ocorre devido a fatores comerciais, como queda do preço no mercado, variáveis institucionais, políticas públicas, e principalmente devido as condições climáticas (FARIAS et al., 2016). Diversos programas de melhoramento de trigo trabalham com o objetivo de desenvolver cultivares que apresentem incremento no rendimento de grãos em condições de lavoura, devido à grande importância para amenizar o quadro de déficit de trigo que existe no Brasil.

Em um programa de melhoramento, é fundamental a escolha apropriada dos genitores, uma vez que esta pode definir o sucesso ou fracasso do programa (BERTAN, CARVALHO e OLIVEIRA, 2007; BORÉM, MIRANDA e FRITSCHÉ-NETO

2017). Em seguida, é indispensável realizar a estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, pois são de extrema importância para nortear estratégias de seleção de famílias promissoras e revelar quais caracteres devem ser considerados importantes em um programa de melhoramento genético. Além disso, é crucial saber a herdabilidade, pois possibilita quantificar a participação dos efeitos gênicos e ambientais sobre o fenótipo e definir a pressão de seleção sobre os caracteres de interesse (KRÜGER et al., 2011; LEITE et al., 2015). Para prever o ganho após a seleção, além de alta herdabilidade do caráter é necessária variabilidade genética na população (BERTI, 2010).

Os genótipos mostram interação com o ambiente de cultivo para variáveis quantitativas como o rendimento de grãos e qualidade industrial em trigo (CONDÉ et al., 2010; RASUL et al., 2012). Portanto, é necessário realizar análises de adaptabilidade e estabilidade, que têm por objetivo identificar e prever o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais de cultivo (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2012). Além disso, análises para determinar a qualidade industrial da farinha são fundamentais para identificar quais são suas aptidões culinárias. Estas análises podem ser realizadas através de uma série de testes, permitindo escolher qual o mais adequado para cada fase do programa de melhoramento (GUARIENTI, 1996; GUZMÁN et al., 2015). Não menos importante em um programa de melhoramento, é a necessidade de caracterização quanto à doenças, visto que estas foram a causa de perdas significativas na produção de trigo, nos últimos anos. Dentre estas, principalmente a giberela tem provocado perdas quantitativas e qualitativas, além de colocar em risco a saúde humana e dos animais devido ao acúmulo de micotoxinas, principalmente a DON (deoxinivalenol) (FIGUEROA, HAMMOND-KOSACK e SOLOMON, 2017).

Portanto, este estudo teve como objetivo principal a comparação e seleção de populações de trigo quanto a adaptabilidade e estabilidade, componentes do rendimento de grãos, qualidade industrial e resistência à giberela. Os objetivos específicos foram:

- 1) determinar a interação genótipo x ambiente e a estabilidade da produção em três safras de cultivo para o caráter massa de grãos da espiga em um conjunto de 113 genótipos no município do Capão do Leão – RS;

- 2) comparar métodos de adaptabilidade e estabilidade para o caráter massa de grãos da espiga;
- 3) estimar os componentes de variância em seis populações segregantes de trigo nas gerações  $F_4$ ,  $F_5$  e  $F_6$ ;
- 4) estimar o ganho de seleção nas famílias  $F_6$  e identificar famílias promissoras para o programa de melhoramento genético de trigo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento;
- 5) comparar seis populações segregantes e seus genitores quanto a qualidade industrial, além de identificar associações entre testes físicos, químicos e reológicos;
- 6) caracterizar famílias  $F_6$  de trigo quando à infecção por giberela, e identificar famílias promissoras para o programa de melhoramento de trigo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento.

**Capítulo 1: Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade  
fenotípica do caráter massa de grãos da espiga em genótipos de trigo**

## 1.1 Introdução

A triticultura brasileira sempre foi marcada por grandes oscilações, tanto em área, quando em produção. Este cenário ocorre devido a fatores comerciais, como queda do preço no mercado, variáveis institucionais, políticas públicas, e principalmente devido as condições climáticas (FARIAS et al., 2016). O resultado destas grandes oscilações é a necessidade de importações para cobrir cerca de 50% da demanda de trigo no país. Os programas de melhoramento têm concentrado esforços na busca por genótipos que apresentem alta produtividade, estabilidade e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes (SCHEEREN et al., 2011).

É de extrema importância estudos sobre a interação genótipo x ambiente (GxA), pois o mesmo genótipo cultivado em diferentes ambientes, apresenta diferentes desempenhos produtivos (CONDÉ et al., 2010; DE VITA et al., 2010). Visando a seleção de genótipos superiores, o melhorista tem auxílio de diferentes métodos estatísticos para o estudo da estabilidade e adaptabilidade.

Dentre os métodos pode-se destacar o de Eberhart e Russell (1966) como uma das mais utilizadas na recomendação de cultivares, sendo o comportamento de cada cultivar estimado por meio de uma análise de regressão linear simples. Embora a análise de regressão seja um procedimento útil para a análise de adaptabilidade, nem todos os dados se ajustam ao modelo linear e, mesmo que isso aconteça, esse modelo pode não detectar pequenas diferenças (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2012).

Métodos não-paramétricos (LIN e BINNS, 1988), onde a estabilidade é obtida através do quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima obtida para os ambientes, também tem sido usado. Este método foi modificado por Carneiro (1998), que sugeriu a decomposição do estimador Pi (medida de adaptabilidade e estabilidade) nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis. Estas modificações foram muito benéficas ao método, pois facilitaram a interpretação de resultados bem como, a indicação de cultivares para ambientes favoráveis e desfavoráveis (MURAKAMI et al., 2004; AMORIM et al., 2006).

A análise de fatores, proposta por Murakami e Cruz (2004), é baseada na técnica multivariada, por meio do princípio da similaridade de desempenho genotípico, que contempla estudos de adaptabilidade e estratificação ambiental. O princípio é fazer a rotação dos fatores e obter uma matriz de cargas fatoriais. Cada fator irá

agrupar um conjunto de ambientes, altamente correlacionados entre si e fracamente correlacionados com os ambientes, agrupados nos demais fatores (CRUZ, CARNEIRO e REGAZZI, 2014).

Existe ainda o modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa (AMMI) e a análise dos efeitos principais do genótipo e da interação GxA (GGE biplot), sendo estes dois métodos, baseados em gráfico *biplot*, no qual pode-se captar grande parte da variação do conjunto de dados referentes à importância relativa do genótipo e da interação GxA (ROOZEBOOM et al., 2008). Outro método é o de modelos mistos, utilizando o BLUP, que faz previsão de valores genéticos pela melhor previsão linear não viesada (RESENDE, 2002). A aleatoriedade dos efeitos genotípicos é uma das vantagens desse método (RESENDE et al., 2001), pois, ao admitir o efeito aleatório, não subestima a interação GxA (YANG, 2007).

Assim, o presente trabalho tem como objetivos determinar a interação genótipo x ambiente, a estabilidade da produção em três safras de cultivo para o caráter massa de grãos da espiga e identificar o melhor método em um conjunto de 113 genótipos no município do Capão do Leão – RS.

## **1.2 Material e métodos**

### **1.2.1 Ano e Local**

O experimento foi conduzido nos anos de 2014, 2015 e 2016 no campo experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento localizado no CAP (Centro Agropecuário da Palma), pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), município de Capão do Leão – RS, situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste; a uma altitude de 13,24 m, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2 mm. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA) da unidade de Mapeamento Pelotas (SANTOS et al., 2006).

### **1.2.2 Preparo da área, tratamentos culturais e fitossanitários**

O preparo do solo da área experimental foi de acordo com as recomendações da RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018), sendo realizadas correções de acidez e adubação com macro nutrientes (NPK) em função dos teores observados na análise química do solo, para atender a demanda necessária da cultura. A semeadura foi realizada de forma manual. Os tratamentos culturais, assim como o controle de plantas daninhas, doenças e insetos-praga foram realizados de acordo com a RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018).

### 1.2.3 Populações avaliadas

Foram utilizadas seis populações segregantes nas gerações F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub> e F<sub>6</sub> oriundas do cruzamento entre Abalone x Fundacep Nova Era (População 1), Ônix x Fundacep Raízes (População 2), CD 104 x Fundacep Cristalino (População 3), Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era (População 4), CD 104 x Fundacep Raízes (População 5) e Fundacep Nova Era x CD 120 (População 6), totalizando 106 famílias e os sete genitores.

### 1.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental, foi de uma linha de dois metros, espaçada 0,30 m, com uma densidade de semeadura de 360 sementes m<sup>2</sup>.

### 1.2.5 Caracteres avaliados

Ao término do ciclo reprodutivo, foram colhidas aleatoriamente três espigas de cada linha, nas quais foi avaliada a massa de grãos da espiga (MGE, em gramas). Foi realizada a média das três espigas colhidas de cada genótipo por bloco.

### 1.2.6 Análises Estatísticas

Foi realizada a análise de variância (ANOVA), após foi identificada a interação G×E e então foram realizados os estudos com métodos de adaptabilidade e estabilidade: Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), análise de fatores proposta por Murakami e Cruz (2004), utilizando o programa estatístico Genes (CRUZ, 2016), o método AMMI utilizando o Software RBio (BHERING, 2017). O BLUP foi realizado para obtenção dos valores genotípicos utilizando o programa SAS (Statistical Analysis System, version 9.4) (SAS, 2014).

Posteriormente, foi realizado um ranqueamento dos genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade de acordo com o conceito e número de parâmetros de cada método estatístico. Os coeficientes de correlação de Spearman (STEEL e TORRIE, 1960) foram estimados entre as fileiras de todos os pares de estatísticas para adaptabilidade e estatísticas de estabilidade e MGE. Os valores dos coeficientes de correlação de *Spearman* foram plotados em um gráfico de pizza. A combinação de todos os gráficos resultou nos valores de correlação, onde associações significativas ( $p < 0,05$ ) foram destacadas. O software R foi utilizado para este procedimento.

### 1.3 Resultados e Discussão

Houve efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) entre ambientes e para a interação genótipo x ambiente, indicando que os genótipos avaliados possuem desempenho diferenciado diante das variações ambientais para o caráter massa de grãos da espiga (MGE) (Tabela 1.1). O coeficiente de variação (CV %) foi classificado como alto, segundo Pimentel Gomes (1985), variando de 20 a 28 %, com média de 23,52%.

Tabela 1.1 - Análise de variância (ANOVA), para 113 genótipos em 3 ambientes. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| FV        | GL     | SQ      | QM      |
|-----------|--------|---------|---------|
| Blocos    | 2      | 0,218   | 0,108   |
| Genótipos | 112    | 8,995   | 0,080   |
| Ambientes | 2      | 108,191 | 54,096* |
| G x A     | 224    | 17,109  | 0,076*  |
| Resíduo   | 676    | 32,556  | 0,048   |
| Total     | 1016   | 167,556 |         |
| Média     | 0,933  |         |         |
| CV(%)     | 23,521 |         |         |

\*Significativo a 5% pelo teste F; FV: Fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; G: Genótipo; A: Ambiente; CV(%): Coeficiente de variação.

Dentre os três ambientes avaliados (safras 2014, 2015 e 2016), dois (I e II) apresentaram índice ambiental negativo (Tabela 1.2). Isto ocorreu devido a média de MGE do ambiente ser inferior à média de todos os ambientes. No entanto, isto não demonstra que esses ambientes são desfavoráveis. O índice ambiental é de suma importância na interpretação dos resultados, uma vez que, é a base científica para as respostas agronômicas encontradas nos diferentes ambientes (OLIVEIRA, DUARTE e PINHEIRO, 2003).

Pelo método de Eberhart e Russel (1966), adaptabilidade é a capacidade de os genótipos apresentarem resposta positiva aos estímulos de melhoria no ambiente. Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2012), os genótipos são classificados de acordo com o valor de  $\beta_1$ . Dos 113 genótipos avaliados, apenas 11 apresentaram valor significativo de  $\beta_1$ . Destes, os genótipos 13, 15, 19 e 96 apresentaram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ( $\beta_1 > 1$ ) (ambiente 3) (Tabela 1.3). Estes genótipos demonstraram-se sensíveis a melhorias no meio ambiente, no entanto, somente podem ser recomendados para ambientes favoráveis (FRANCESCHI et al., 2010).

Os genótipos 16, 38, 46, 51, 55, 76 e 113 obtiveram valores de  $\beta_1 < 1$ , demonstrando adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (ambientes 1 e 2).

Destes, os genótipos 16 e 113 foram os que apresentaram a maior média de MGE. Nenhum genótipo foi classificado como de adaptabilidade geral ou ampla (Tabela 1.3).

Quanto à estabilidade de comportamento, dada pela estimativa dos desvios da regressão ( $\hat{\sigma}_d^2$ ), foi possível observar que, apenas nove genótipos (9, 16, 30, 39, 58, 73, 80, 89 e 113) apresentaram desvios de regressão significativos, sendo considerados de baixa estabilidade, ou seja, são genótipos de baixa previsibilidade de comportamento frente à mudança do ambiente (Tabela 1.3). Entretanto, os genótipos 9, 30, 58 e 80 apresentaram previsibilidade tolerável, pois seus coeficientes de determinação ( $R^2\%$ ) foram superiores a 80%, o que constitui-se numa medida auxiliar na avaliação da estabilidade dos genótipos, quando os desvios de regressão são estatisticamente diferentes de zero (OLIVEIRA et al., 2002). Os genótipos que não apresentaram desvios significativos, foram os mais estáveis por este método, pois apresentaram maior previsibilidade frente a mudanças ambientais. Através do método de Eberhart e Russel (1966), observou-se que, nenhum genótipo apresentou uma média alta de MGE, adaptabilidade a ambientes desfavoráveis e alta estabilidade. Portanto, a seleção e recomendação dos genótipos deverão ser específicas e individuais para cada situação de ambiente favorável e desfavorável (ALBRECHT et al., 2007).

Tabela 1. 2 - Índice ambiental dos três ambientes avaliados (safras 2014, 2015 e 2016). CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Ambiente | Média | Índice Ambiental |
|----------|-------|------------------|
| 1        | 0,775 | -0,158           |
| 2        | 0,637 | -0,296           |
| 3        | 1,387 | 0,454            |

Através do método de Lin e Binns (1988), os genótipos 113, 16, 73, 103 e 91, foram os que se destacaram com o menor valor de  $P_i$  (maior adaptabilidade e estabilidade), e apresentaram as maiores contribuições da variação genética para esse valor, ou seja, contribuíram pouco para a interação. Em contrapartida os genótipos 105, 63, 66, 15 e 82 obtiveram os maiores valores de  $P_i$ , sendo classificados como de desempenho inferior a adaptabilidade geral (Tabela 1.3). Além disso, pode-se notar que, os cinco genótipos mais estáveis e adaptados, foram os que apresentaram o melhor desempenho médio para o caráter MGE. Esse fato pode ser explicado pela forma como é realizada a estatística  $P_i$ , que considera como de maior

adaptabilidade e estabilidade (menores valores de  $P_i$ ), os genótipos que apresentam a MGE, em cada ambiente, estejam mais próximos da máxima MGE obtida no experimento (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Embora este método mostre-se bastante promissor para o uso em programas de melhoramento, no qual o melhorista pode realizar a recomendação de cultivo de uma nova cultivar, há a necessidade de melhorar alguns aspectos, uma vez que a estimativa do  $P_i$  é para recomendação geral, no entanto, sabe-se que, é preciso haver uma divisão para ambientes favoráveis e desfavoráveis. Assim após a modificações de Carneiro (1998), considerando os ambientes favoráveis, merecem destaque os genótipos 101, 13, 96, 19 e 48, sugerindo que estes genótipos são responsivos a melhoria do ambiente. Para os ambientes desfavoráveis, destacam-se os genótipos 16, 113, 73, 103 e 51, ressaltando que com exceção do genótipo 51, os demais também se apresentaram mais estáveis e adaptados quando considerados os três ambientes (recomendação geral) (Tabela 1.3). Este método classifica os genótipos de média alta e constante em ambientes desfavoráveis e com capacidade de resposta à melhoria da condição ambiental, tendo sido eleito por muitos autores o método que melhor classificou e discriminou o conjunto de genótipos (MURAKAMI et al., 2004; AMORIM et al., 2006; ALBRECHT et al., 2007; CARGNIN, SOUZA e FOGAÇA, 2008).

Pela análise de fatores, as comunalidades que são uma medida de eficiência, da representação da variável em estudo por uma parte comum, também envolvida nas demais variáveis analisadas. Todos os ambientes apresentaram valores considerados razoáveis. Segundo Souza (1988), valores acima de 0,64, equivalem a um coeficiente de correlação superior a 0,80 (Tabela 1.4).

O número de fatores utilizados foi definido através dos autovalores, pelos quais pode-se observar que, apenas os dois primeiros apresentaram autovalores superiores a 1. Mas, em alguns casos, quando a proporção da variabilidade explicada por estes fatores é muito baixa, pode-se considerar mais fatores até chegar numa proporção de 80% da variação total (CRUZ, CARNEIRO e REGAZZI, 2014). No presente estudo, apesar de dois fatores explicarem apenas 70,45% da variação total (Tabela 1.4), será considerado com o suficiente, uma vez que, são um grande número de genótipos (106 famílias oriundos de seis cruzamentos distintos e sete genitores).

Tabela 1. 3 - Estimativas de adaptabilidade e estabilidade fenotípica obtidos pelos métodos de Eberhart e Russel, Lin e Binns, AMMI e BLUPs para massa de grãos na espiga em 113 genótipos em 3 ambientes. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Gen | Média <sup>+</sup> | ER                 |                    | Lin e Binns |      |      |      |      |       | AMMI  |       | BLUPs  |      |      |      |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|
|     |                    | $\beta_1$          | $\hat{\sigma}_d^2$ | PiG         | PiF  | PiD  | DG   | DGxA | %Gen  | PC1   | PC2   | BGeral | BA1  | BA2  | BA3  |
| 1   | 0,89               | 0,81               | -0,02              | 0,25        | 0,09 | 0,32 | 0,20 | 0,04 | 82,10 | -0,05 | 0,07  | 0,95   | 0,77 | 0,64 | 1,34 |
| 2   | 0,95               | 1,12               | -0,01              | 0,22        | 0,02 | 0,32 | 0,16 | 0,06 | 73,46 | 0,00  | -0,08 | 0,94   | 0,75 | 0,64 | 1,42 |
| 3   | 0,93               | 1,12               | 0,03               | 0,22        | 0,02 | 0,32 | 0,18 | 0,05 | 78,74 | -0,07 | -0,16 | 0,94   | 0,70 | 0,67 | 1,42 |
| 4   | 0,83               | 1,29               | -0,02              | 0,32        | 0,03 | 0,47 | 0,24 | 0,09 | 73,60 | 0,09  | -0,10 | 0,94   | 0,72 | 0,57 | 1,40 |
| 5   | 0,92               | 1,23               | -0,02              | 0,26        | 0,02 | 0,37 | 0,18 | 0,08 | 69,53 | 0,07  | -0,08 | 0,94   | 0,76 | 0,61 | 1,42 |
| 6   | 0,92               | 1,24               | -0,02              | 0,26        | 0,02 | 0,38 | 0,18 | 0,08 | 69,80 | 0,07  | -0,08 | 0,94   | 0,75 | 0,60 | 1,42 |
| 7   | 0,84               | 0,86               | -0,01              | 0,29        | 0,11 | 0,38 | 0,23 | 0,05 | 81,26 | -0,01 | 0,08  | 0,94   | 0,76 | 0,60 | 1,32 |
| 8   | 0,99               | 1,35               | -0,02              | 0,23        | 0,00 | 0,35 | 0,14 | 0,09 | 60,41 | 0,11  | -0,12 | 0,94   | 0,77 | 0,62 | 1,47 |
| 9   | 0,83               | 1,29               | 0,07*              | 0,30        | 0,03 | 0,44 | 0,24 | 0,06 | 79,95 | -0,07 | -0,27 | 0,94   | 0,63 | 0,64 | 1,41 |
| 10  | 0,83               | 1,03               | -0,02              | 0,30        | 0,08 | 0,41 | 0,24 | 0,06 | 79,54 | 0,02  | 0,00  | 0,94   | 0,74 | 0,59 | 1,35 |
| 11  | 0,95               | 1,08               | -0,01              | 0,24        | 0,03 | 0,34 | 0,16 | 0,08 | 67,51 | 0,07  | 0,03  | 0,94   | 0,81 | 0,61 | 1,40 |
| 12  | 0,89               | 1,09               | -0,01              | 0,25        | 0,04 | 0,36 | 0,20 | 0,06 | 78,06 | -0,01 | -0,08 | 0,94   | 0,73 | 0,63 | 1,39 |
| 13  | 0,99               | 1,49 <sup>#</sup>  | -0,01              | 0,24        | 0,00 | 0,36 | 0,14 | 0,10 | 58,87 | 0,10  | -0,21 | 0,94   | 0,74 | 0,62 | 1,50 |
| 14  | 0,87               | 1,30               | -0,01              | 0,30        | 0,03 | 0,44 | 0,21 | 0,10 | 68,69 | 0,12  | -0,06 | 0,94   | 0,75 | 0,57 | 1,41 |
| 15  | 0,84               | 1,66 <sup>#</sup>  | 0,00               | 0,35        | 0,00 | 0,52 | 0,23 | 0,12 | 65,83 | 0,13  | -0,30 | 0,94   | 0,66 | 0,56 | 1,48 |
| 16  | 1,16               | -0,16 <sup>#</sup> | 0,42*              | 0,08        | 0,12 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 75,57 | -0,67 | -0,01 | 0,94   | 0,73 | 1,02 | 1,30 |
| 17  | 0,87               | 1,18               | 0,00               | 0,30        | 0,04 | 0,43 | 0,21 | 0,09 | 69,49 | 0,12  | 0,01  | 0,94   | 0,78 | 0,56 | 1,39 |
| 18  | 0,87               | 1,17               | -0,02              | 0,28        | 0,04 | 0,40 | 0,21 | 0,07 | 75,24 | 0,04  | -0,07 | 0,94   | 0,74 | 0,60 | 1,40 |
| 19  | 0,91               | 1,58 <sup>#</sup>  | -0,01              | 0,30        | 0,00 | 0,45 | 0,18 | 0,11 | 61,81 | 0,13  | -0,24 | 0,94   | 0,71 | 0,58 | 1,49 |
| 20  | 0,89               | 1,13               | -0,02              | 0,27        | 0,04 | 0,38 | 0,20 | 0,07 | 74,14 | 0,04  | -0,04 | 0,94   | 0,75 | 0,60 | 1,39 |
| 21  | 0,87               | 1,14               | 0,00               | 0,30        | 0,05 | 0,42 | 0,21 | 0,09 | 70,76 | 0,10  | 0,02  | 0,94   | 0,78 | 0,57 | 1,38 |
| 22  | 0,99               | 1,16               | 0,01               | 0,24        | 0,02 | 0,35 | 0,14 | 0,10 | 58,79 | 0,13  | 0,05  | 0,94   | 0,84 | 0,60 | 1,43 |

Continuação...

Continuação...

|    |      |                   |       |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |
|----|------|-------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 23 | 0,95 | 0,88              | -0,02 | 0,21 | 0,05 | 0,28 | 0,16 | 0,04 | 78,70 | -0,05 | 0,02  | 0,94 | 0,78 | 0,66 | 1,37 |
| 24 | 0,91 | 0,90              | -0,02 | 0,24 | 0,07 | 0,32 | 0,19 | 0,05 | 78,14 | -0,02 | 0,05  | 0,94 | 0,78 | 0,63 | 1,36 |
| 25 | 1,04 | 0,95              | -0,01 | 0,18 | 0,02 | 0,25 | 0,12 | 0,06 | 66,11 | 0,01  | 0,05  | 0,94 | 0,83 | 0,67 | 1,41 |
| 26 | 0,95 | 1,24              | -0,01 | 0,26 | 0,02 | 0,38 | 0,16 | 0,09 | 63,31 | 0,12  | -0,02 | 0,94 | 0,80 | 0,59 | 1,43 |
| 27 | 0,92 | 1,26              | 0,02  | 0,29 | 0,02 | 0,42 | 0,18 | 0,11 | 61,16 | 0,17  | 0,03  | 0,94 | 0,81 | 0,56 | 1,42 |
| 28 | 0,92 | 1,36              | -0,02 | 0,27 | 0,01 | 0,40 | 0,18 | 0,09 | 66,39 | 0,10  | -0,13 | 0,94 | 0,74 | 0,59 | 1,45 |
| 29 | 0,88 | 0,99              | -0,02 | 0,27 | 0,06 | 0,37 | 0,20 | 0,06 | 76,88 | 0,02  | 0,03  | 0,94 | 0,77 | 0,61 | 1,36 |
| 30 | 0,86 | 1,40              | 0,06* | 0,29 | 0,01 | 0,43 | 0,22 | 0,07 | 74,78 | -0,03 | -0,30 | 0,94 | 0,64 | 0,63 | 1,44 |
| 31 | 0,80 | 0,93              | -0,01 | 0,32 | 0,11 | 0,43 | 0,26 | 0,06 | 81,09 | 0,01  | 0,06  | 0,94 | 0,75 | 0,58 | 1,32 |
| 32 | 0,93 | 0,90              | -0,01 | 0,23 | 0,06 | 0,31 | 0,17 | 0,06 | 75,33 | 0,00  | 0,07  | 0,94 | 0,80 | 0,64 | 1,37 |
| 33 | 0,88 | 1,09              | -0,01 | 0,28 | 0,05 | 0,39 | 0,20 | 0,07 | 73,90 | 0,05  | 0,01  | 0,94 | 0,77 | 0,59 | 1,38 |
| 34 | 0,93 | 0,72              | -0,01 | 0,22 | 0,09 | 0,29 | 0,17 | 0,05 | 76,48 | -0,03 | 0,15  | 0,94 | 0,82 | 0,64 | 1,33 |
| 35 | 0,81 | 0,61              | 0,00  | 0,27 | 0,16 | 0,32 | 0,25 | 0,02 | 92,93 | -0,18 | 0,05  | 0,94 | 0,72 | 0,67 | 1,28 |
| 36 | 1,03 | 0,83              | 0,00  | 0,15 | 0,03 | 0,21 | 0,12 | 0,03 | 79,21 | -0,11 | -0,02 | 0,94 | 0,79 | 0,72 | 1,40 |
| 37 | 1,00 | 0,77              | -0,02 | 0,17 | 0,05 | 0,23 | 0,13 | 0,04 | 77,35 | -0,07 | 0,07  | 0,93 | 0,81 | 0,69 | 1,37 |
| 38 | 0,78 | 0,53 <sup>#</sup> | 0,00  | 0,29 | 0,20 | 0,33 | 0,27 | 0,02 | 94,73 | -0,21 | 0,07  | 0,93 | 0,71 | 0,67 | 1,26 |
| 39 | 1,06 | 1,12              | 0,13* | 0,25 | 0,01 | 0,36 | 0,10 | 0,14 | 42,13 | 0,23  | 0,19  | 0,93 | 0,93 | 0,58 | 1,44 |
| 40 | 0,79 | 0,68              | -0,02 | 0,30 | 0,17 | 0,37 | 0,27 | 0,04 | 87,50 | -0,09 | 0,12  | 0,93 | 0,75 | 0,62 | 1,28 |
| 41 | 0,92 | 1,07              | -0,01 | 0,26 | 0,04 | 0,36 | 0,18 | 0,08 | 69,65 | 0,07  | 0,04  | 0,93 | 0,80 | 0,60 | 1,39 |
| 42 | 0,95 | 1,01              | -0,01 | 0,22 | 0,04 | 0,31 | 0,16 | 0,05 | 75,82 | -0,02 | -0,03 | 0,93 | 0,77 | 0,65 | 1,40 |
| 43 | 0,93 | 1,07              | 0,00  | 0,22 | 0,03 | 0,32 | 0,17 | 0,05 | 78,18 | -0,04 | -0,10 | 0,93 | 0,73 | 0,66 | 1,40 |
| 44 | 1,04 | 0,95              | 0,00  | 0,15 | 0,02 | 0,22 | 0,11 | 0,04 | 74,57 | -0,08 | -0,06 | 0,93 | 0,78 | 0,71 | 1,43 |
| 45 | 1,05 | 0,94              | 0,03  | 0,20 | 0,03 | 0,28 | 0,11 | 0,09 | 55,74 | 0,09  | 0,14  | 0,93 | 0,88 | 0,64 | 1,41 |
| 46 | 0,95 | 0,45 <sup>#</sup> | 0,01  | 0,17 | 0,12 | 0,19 | 0,16 | 0,01 | 93,75 | -0,25 | 0,08  | 0,93 | 0,77 | 0,75 | 1,31 |
| 47 | 1,03 | 0,97              | -0,02 | 0,18 | 0,02 | 0,25 | 0,12 | 0,06 | 67,62 | 0,00  | 0,02  | 0,93 | 0,82 | 0,67 | 1,42 |
| 48 | 1,06 | 1,27              | -0,02 | 0,19 | 0,00 | 0,29 | 0,11 | 0,09 | 55,20 | 0,09  | -0,07 | 0,93 | 0,81 | 0,64 | 1,48 |
| 49 | 1,05 | 1,21              | -0,01 | 0,20 | 0,00 | 0,30 | 0,11 | 0,09 | 54,54 | 0,11  | -0,01 | 0,93 | 0,84 | 0,63 | 1,46 |

Continuação...

Continuação...

|    |      |                   |                   |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |
|----|------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 50 | 0,93 | 0,73              | -0,02             | 0,21 | 0,09 | 0,27 | 0,17 | 0,04 | 81,49 | -0,08 | 0,09  | 0,93 | 0,79 | 0,67 | 1,34 |
| 51 | 1,01 | 0,55 <sup>#</sup> | -0,01             | 0,15 | 0,08 | 0,18 | 0,13 | 0,02 | 85,56 | -0,17 | 0,10  | 0,93 | 0,81 | 0,74 | 1,34 |
| 52 | 0,89 | 0,87              | 0,01              | 0,27 | 0,09 | 0,36 | 0,20 | 0,07 | 73,87 | 0,04  | 0,13  | 0,93 | 0,81 | 0,60 | 1,34 |
| 53 | 0,97 | 0,90              | 0,01              | 0,23 | 0,05 | 0,32 | 0,15 | 0,08 | 66,41 | 0,06  | 0,14  | 0,93 | 0,85 | 0,62 | 1,37 |
| 54 | 0,90 | 1,11              | 0,03              | 0,30 | 0,05 | 0,42 | 0,19 | 0,10 | 65,69 | 0,14  | 0,09  | 0,93 | 0,82 | 0,56 | 1,38 |
| 55 | 0,90 | 0,45 <sup>#</sup> | 0,02              | 0,20 | 0,15 | 0,23 | 0,19 | 0,01 | 95,60 | -0,26 | 0,06  | 0,93 | 0,74 | 0,74 | 1,29 |
| 56 | 0,83 | 0,94              | 0,00              | 0,28 | 0,08 | 0,38 | 0,24 | 0,04 | 85,74 | -0,07 | -0,05 | 0,93 | 0,71 | 0,63 | 1,34 |
| 57 | 1,05 | 1,02              | -0,01             | 0,18 | 0,02 | 0,26 | 0,11 | 0,07 | 61,21 | 0,05  | 0,04  | 0,93 | 0,84 | 0,66 | 1,43 |
| 58 | 0,82 | 1,15              | 0,05 <sup>*</sup> | 0,29 | 0,04 | 0,41 | 0,24 | 0,05 | 83,60 | -0,09 | -0,21 | 0,93 | 0,65 | 0,64 | 1,39 |
| 59 | 0,86 | 0,82              | -0,02             | 0,26 | 0,10 | 0,34 | 0,22 | 0,04 | 83,64 | -0,06 | 0,05  | 0,93 | 0,76 | 0,63 | 1,33 |
| 60 | 0,93 | 0,92              | 0,00              | 0,24 | 0,06 | 0,33 | 0,17 | 0,07 | 71,79 | 0,04  | 0,10  | 0,93 | 0,81 | 0,62 | 1,37 |
| 61 | 0,87 | 0,98              | -0,01             | 0,28 | 0,07 | 0,38 | 0,21 | 0,06 | 77,56 | 0,02  | 0,03  | 0,93 | 0,77 | 0,60 | 1,36 |
| 62 | 0,94 | 1,21              | -0,02             | 0,24 | 0,02 | 0,35 | 0,17 | 0,07 | 69,67 | 0,05  | -0,09 | 0,93 | 0,76 | 0,62 | 1,43 |
| 63 | 0,71 | 0,81              | -0,02             | 0,37 | 0,18 | 0,47 | 0,33 | 0,04 | 88,12 | -0,05 | 0,07  | 0,93 | 0,71 | 0,58 | 1,27 |
| 64 | 0,91 | 1,39              | -0,02             | 0,28 | 0,01 | 0,41 | 0,19 | 0,09 | 66,23 | 0,11  | -0,14 | 0,93 | 0,74 | 0,59 | 1,45 |
| 65 | 0,78 | 1,18              | -0,02             | 0,34 | 0,07 | 0,48 | 0,27 | 0,07 | 79,26 | 0,05  | -0,07 | 0,93 | 0,70 | 0,56 | 1,36 |
| 66 | 0,81 | 1,40              | 0,00              | 0,36 | 0,03 | 0,53 | 0,25 | 0,11 | 68,68 | 0,17  | -0,07 | 0,93 | 0,74 | 0,52 | 1,41 |
| 67 | 0,83 | 1,22              | -0,01             | 0,33 | 0,05 | 0,47 | 0,24 | 0,09 | 72,55 | 0,11  | -0,02 | 0,93 | 0,75 | 0,55 | 1,38 |
| 68 | 0,88 | 0,77              | -0,01             | 0,23 | 0,10 | 0,30 | 0,20 | 0,03 | 87,51 | -0,12 | 0,01  | 0,93 | 0,74 | 0,67 | 1,33 |
| 69 | 0,91 | 0,78              | -0,01             | 0,23 | 0,09 | 0,30 | 0,18 | 0,05 | 79,29 | -0,04 | 0,10  | 0,93 | 0,79 | 0,64 | 1,34 |
| 70 | 0,81 | 0,74              | 0,05              | 0,33 | 0,16 | 0,42 | 0,25 | 0,08 | 75,41 | 0,05  | 0,23  | 0,93 | 0,82 | 0,56 | 1,28 |
| 71 | 1,02 | 0,63              | 0,00              | 0,17 | 0,07 | 0,22 | 0,12 | 0,05 | 70,67 | -0,05 | 0,19  | 0,93 | 0,86 | 0,68 | 1,35 |
| 72 | 0,97 | 1,31              | 0,01              | 0,26 | 0,01 | 0,39 | 0,15 | 0,11 | 56,83 | 0,17  | 0,00  | 0,93 | 0,82 | 0,58 | 1,45 |
| 73 | 1,10 | 0,80              | 0,08 <sup>*</sup> | 0,11 | 0,02 | 0,15 | 0,09 | 0,02 | 82,60 | -0,21 | -0,11 | 0,93 | 0,76 | 0,79 | 1,43 |
| 74 | 1,01 | 0,94              | -0,01             | 0,20 | 0,03 | 0,28 | 0,13 | 0,07 | 66,18 | 0,03  | 0,08  | 0,93 | 0,84 | 0,65 | 1,40 |
| 75 | 1,09 | 0,89              | 0,00              | 0,16 | 0,02 | 0,23 | 0,09 | 0,07 | 58,34 | 0,03  | 0,11  | 0,93 | 0,87 | 0,68 | 1,42 |
| 76 | 0,91 | 0,31 <sup>#</sup> | 0,00              | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,18 | 0,05 | 79,68 | -0,13 | 0,31  | 0,93 | 0,85 | 0,68 | 1,25 |

Continuação...

Continuação...

|     |      |                   |       |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |
|-----|------|-------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 77  | 0,95 | 0,79              | -0,01 | 0,21 | 0,07 | 0,28 | 0,16 | 0,05 | 76,79 | -0,03 | 0,10  | 0,93 | 0,81 | 0,65 | 1,35 |
| 78  | 0,95 | 0,88              | -0,02 | 0,21 | 0,05 | 0,28 | 0,16 | 0,05 | 77,65 | -0,04 | 0,03  | 0,93 | 0,79 | 0,66 | 1,37 |
| 79  | 0,98 | 1,24              | 0,01  | 0,25 | 0,01 | 0,37 | 0,14 | 0,11 | 57,63 | 0,15  | 0,02  | 0,93 | 0,83 | 0,59 | 1,44 |
| 80  | 0,95 | 1,28              | 0,08* | 0,30 | 0,02 | 0,44 | 0,16 | 0,14 | 53,23 | 0,24  | 0,09  | 0,93 | 0,86 | 0,54 | 1,43 |
| 81  | 0,87 | 1,13              | 0,02  | 0,26 | 0,04 | 0,37 | 0,21 | 0,05 | 81,03 | -0,06 | -0,16 | 0,93 | 0,69 | 0,65 | 1,40 |
| 82  | 0,76 | 0,88              | -0,01 | 0,35 | 0,14 | 0,45 | 0,29 | 0,06 | 83,20 | 0,00  | 0,09  | 0,93 | 0,74 | 0,57 | 1,30 |
| 83  | 0,99 | 1,09              | -0,01 | 0,20 | 0,02 | 0,29 | 0,14 | 0,06 | 71,22 | -0,01 | -0,07 | 0,93 | 0,77 | 0,66 | 1,43 |
| 84  | 0,87 | 1,20              | -0,01 | 0,28 | 0,03 | 0,40 | 0,21 | 0,07 | 75,40 | 0,03  | -0,10 | 0,93 | 0,72 | 0,61 | 1,40 |
| 85  | 0,95 | 1,13              | -0,02 | 0,24 | 0,03 | 0,34 | 0,16 | 0,07 | 69,66 | 0,05  | -0,03 | 0,93 | 0,78 | 0,62 | 1,41 |
| 86  | 0,95 | 0,99              | 0,00  | 0,23 | 0,04 | 0,33 | 0,16 | 0,07 | 68,30 | 0,06  | 0,08  | 0,93 | 0,82 | 0,62 | 1,39 |
| 87  | 1,01 | 1,08              | -0,02 | 0,19 | 0,02 | 0,28 | 0,13 | 0,06 | 67,89 | 0,02  | -0,03 | 0,93 | 0,79 | 0,66 | 1,43 |
| 88  | 0,84 | 0,95              | -0,01 | 0,28 | 0,08 | 0,38 | 0,23 | 0,05 | 83,76 | -0,05 | -0,02 | 0,93 | 0,72 | 0,62 | 1,35 |
| 89  | 0,90 | 0,87              | 0,08* | 0,29 | 0,09 | 0,39 | 0,19 | 0,10 | 65,21 | 0,12  | 0,22  | 0,93 | 0,86 | 0,57 | 1,34 |
| 90  | 1,06 | 1,19              | 0,00  | 0,20 | 0,01 | 0,30 | 0,11 | 0,09 | 53,28 | 0,12  | 0,01  | 0,93 | 0,85 | 0,63 | 1,46 |
| 91  | 1,14 | 0,93              | -0,01 | 0,13 | 0,01 | 0,19 | 0,07 | 0,06 | 54,95 | 0,01  | 0,05  | 0,93 | 0,87 | 0,71 | 1,45 |
| 92  | 1,05 | 0,94              | 0,03  | 0,14 | 0,02 | 0,21 | 0,11 | 0,03 | 77,61 | -0,13 | -0,11 | 0,93 | 0,76 | 0,74 | 1,43 |
| 93  | 0,90 | 1,22              | -0,01 | 0,26 | 0,02 | 0,38 | 0,19 | 0,07 | 73,22 | 0,03  | -0,12 | 0,93 | 0,73 | 0,62 | 1,42 |
| 94  | 0,89 | 0,80              | -0,02 | 0,25 | 0,09 | 0,32 | 0,20 | 0,05 | 81,27 | -0,04 | 0,08  | 0,93 | 0,78 | 0,64 | 1,33 |
| 95  | 0,80 | 1,20              | 0,00  | 0,32 | 0,05 | 0,45 | 0,26 | 0,06 | 80,68 | -0,01 | -0,14 | 0,93 | 0,68 | 0,60 | 1,38 |
| 96  | 0,93 | 1,63 <sup>#</sup> | -0,01 | 0,32 | 0,00 | 0,47 | 0,17 | 0,14 | 54,66 | 0,23  | -0,15 | 0,93 | 0,76 | 0,54 | 1,49 |
| 97  | 0,81 | 0,74              | 0,02  | 0,32 | 0,16 | 0,40 | 0,25 | 0,07 | 78,06 | 0,02  | 0,20  | 0,93 | 0,80 | 0,58 | 1,29 |
| 98  | 0,87 | 0,85              | -0,01 | 0,27 | 0,10 | 0,35 | 0,21 | 0,06 | 77,66 | 0,01  | 0,11  | 0,93 | 0,79 | 0,61 | 1,33 |
| 99  | 1,01 | 0,82              | -0,01 | 0,17 | 0,04 | 0,23 | 0,13 | 0,04 | 76,72 | -0,07 | 0,04  | 0,93 | 0,80 | 0,70 | 1,39 |
| 100 | 1,01 | 1,00              | -0,01 | 0,20 | 0,03 | 0,29 | 0,13 | 0,07 | 65,85 | 0,04  | 0,04  | 0,93 | 0,82 | 0,65 | 1,41 |
| 101 | 1,04 | 1,37              | 0,00  | 0,19 | 0,00 | 0,29 | 0,11 | 0,08 | 59,41 | 0,03  | -0,21 | 0,93 | 0,75 | 0,67 | 1,50 |
| 102 | 1,05 | 1,14              | -0,01 | 0,17 | 0,01 | 0,26 | 0,11 | 0,06 | 64,23 | 0,01  | -0,08 | 0,93 | 0,79 | 0,68 | 1,46 |
| 103 | 1,14 | 0,81              | -0,02 | 0,11 | 0,02 | 0,16 | 0,07 | 0,04 | 65,03 | -0,07 | 0,05  | 0,93 | 0,85 | 0,74 | 1,43 |

Continuação...

Continuação ...

|     |      |                   |                   |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |
|-----|------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 104 | 1,00 | 0,76              | -0,01             | 0,18 | 0,06 | 0,24 | 0,13 | 0,05 | 73,92 | -0,04 | 0,11  | 0,93 | 0,83 | 0,68 | 1,37 |
| 105 | 0,73 | 1,41              | -0,02             | 0,41 | 0,05 | 0,59 | 0,31 | 0,10 | 75,35 | 0,13  | -0,13 | 0,93 | 0,68 | 0,51 | 1,39 |
| 106 | 1,05 | 0,93              | -0,02             | 0,16 | 0,02 | 0,23 | 0,11 | 0,05 | 69,02 | -0,02 | 0,02  | 0,93 | 0,82 | 0,69 | 1,42 |
| 107 | 0,93 | 1,10              | -0,02             | 0,24 | 0,03 | 0,34 | 0,17 | 0,07 | 71,68 | 0,04  | -0,02 | 0,93 | 0,77 | 0,62 | 1,40 |
| 108 | 0,92 | 0,94              | -0,02             | 0,23 | 0,06 | 0,32 | 0,18 | 0,05 | 77,28 | -0,02 | 0,02  | 0,93 | 0,78 | 0,64 | 1,37 |
| 109 | 1,03 | 1,01              | -0,02             | 0,17 | 0,02 | 0,25 | 0,12 | 0,06 | 68,11 | -0,01 | -0,02 | 0,93 | 0,80 | 0,68 | 1,43 |
| 110 | 0,87 | 0,98              | -0,01             | 0,27 | 0,07 | 0,37 | 0,21 | 0,06 | 76,83 | 0,02  | 0,04  | 0,93 | 0,77 | 0,60 | 1,36 |
| 111 | 0,94 | 0,79              | 0,01              | 0,19 | 0,07 | 0,26 | 0,17 | 0,03 | 86,94 | -0,14 | -0,02 | 0,92 | 0,74 | 0,70 | 1,36 |
| 112 | 0,90 | 0,57              | -0,01             | 0,23 | 0,14 | 0,28 | 0,19 | 0,04 | 82,95 | -0,10 | 0,18  | 0,92 | 0,81 | 0,66 | 1,29 |
| 113 | 1,25 | 0,23 <sup>#</sup> | 0,64 <sup>*</sup> | 0,06 | 0,02 | 0,09 | 0,04 | 0,03 | 54,43 | -0,64 | -0,23 | 0,92 | 0,70 | 1,04 | 1,41 |

\*não houve diferenças significativas para o caráter MGE; <sup>#</sup> $\beta_1$  significativo; \*desvios de regressão significativos; Gen: Genótipos; ER: Eberhart e Russel;  $\beta_1$ :

Adaptabilidade pelo método de Eberhart e Russel;  $\hat{\sigma}_d^2$ : Estabilidade pelo método de Eberhart e Russel; PiG: Pi Geral; PiF: Pi para ambientes favoráveis; PiD: Pi para ambientes desfavoráveis; DG: Desvio Genético; D GxA: Desvio da interação genótipo ambiente; % Gen: % devido a genética; PC1: Componente principal 1 do método AMMI; PC2: Componente principal 2 do método AMMI. BGeneral: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção no método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG), considerando o desempenho médio dos genótipos nos três ambientes; BA1: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção no método MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 1; BA2: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção no método da MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 2; BA3: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção no método da MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 3.

O agrupamento dos ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais (após a rotação), onde cargas fatoriais com valor maior ou igual a 0,70 indicam ambientes altamente correlacionados e agrupados dentro de um mesmo fator (CRUZ, CARNEIRO e REGAZZI, 2014). Os ambientes 1 e 3 ficaram agrupados no fator 1 e o ambiente 2 ficou alocado no fator 2 (Tabela 1.4).

Tabela 1. 4 - Resumo da análise de fatores para 113 genótipos avaliados em três ambientes. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Estimativa de autovalores |          |             | Amb. | Cargas fatoriais após rotação |         |               |                  |
|---------------------------|----------|-------------|------|-------------------------------|---------|---------------|------------------|
| Raiz                      | Raiz (%) | % Acumulada |      | Fator 1                       | Fator 2 | Comunalidades | Índice Ambiental |
| 1,083                     | 36,11    | 36,107      | A1   | 0,757                         | 0,310   | 0,670         | -0,158           |
| 1,030                     | 34,34    | 70,449      | A2   | 0,013                         | 0,898   | 0,807         | -0,296           |
| 0,887                     | 29,55    | 100,000     | A3   | 0,713                         | -0,359  | 0,637         | 0,454            |

Amb.: ambiente

A análise de adaptabilidade genotípica através do gráfico permite observar que os genótipos ficaram distribuídos de formas uniforme nos quatro quadrantes (Figura 1.1). O quadrante I agrupou 30 genótipos classificados como de adaptabilidade ampla. Os sete genótipos que se destacaram foram: 91, 75, 45, 103, 57, 73 e 71. Para o quadrante II, 26 genótipos foram identificados como de adaptabilidade específica para o ambiente 2. O destaque vai para os genótipos 16 e 113 seguidos de 55, 46, 76 e 51. No quadrante IV que agrupou os 28 genótipos de adaptabilidade específica aos ambientes 1 e 3, sobressaindo-se os genótipos 39, 90, 4, 48 e 80. Os demais 29 genótipos ficaram agrupados no quadrante III, sendo classificados como os genótipos menos estáveis, de baixa previsibilidade, passíveis de não indicação de cultivo ou descarte.

Pelo método do AMMI, o modelo adequado associa significância para os eixos e não-significância para o resíduo (PEREIRA et al., 2009). Neste estudo ocorreu a significância dos dois primeiros componentes (Tabela 1.3), sendo indicativo de que esses componentes, em conjunto, foram suficientes para explicar os efeitos da interação GxA. A contribuição de cada componente principal para explicar a soma de quadrados da interação foi considerada boa, pela grande quantidade de genótipos utilizados no estudo. Os dois primeiros, em conjunto, explicaram 70% da variação (TP1 = 36%; TP2 = 34%), acima dos valores encontrados por Possato Junior et al. (2017), os quais com três componentes principais conseguiram explicar apenas 57% dos efeitos na interação em estudos com trigo.

Para a identificação das linhagens mais estáveis por AMMI, foram utilizadas as informações dos dois primeiros componentes, para a obtenção da média dos escores absolutos de cada genótipo, ponderada pela percentagem de explicação de cada componente. O genótipo mais estável é aquele que apresenta a menor contribuição do genótipo para a interação e o menor valor da média dos escores (PEREIRA et al., 2009). Assim, os genótipos mais estáveis foram 113, 16, 9, 73, 30, 58, 3, 92, 81 e 55 (Figura 1.2). No entanto, nenhum destes genótipos estão entre os 10 mais produtivos. O genótipo 58 ocupa a 13ª posição como mais produtivo.

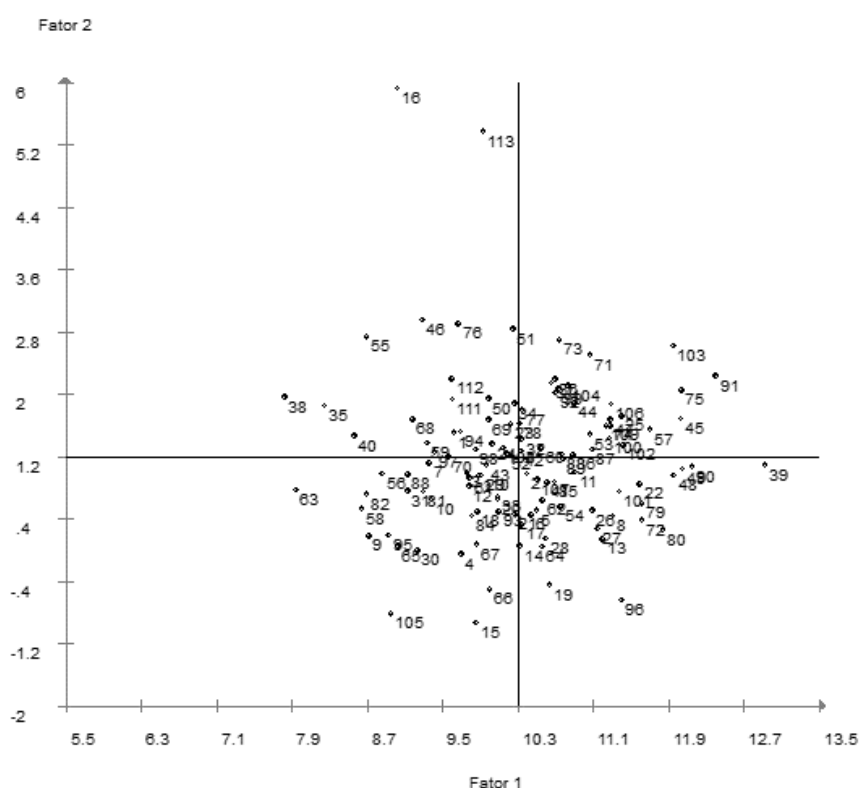


Figura 1.1 - Plotagem dos escores dos fatores 1 e 2, quanto a interação genótipo x ambiente segundo a análise conjunta proposta pelo método de análise de fatores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

As estimativas dos valores genotípicos foram realizadas pelo método dos modelos mistos, BLUPs, baseando-se a seleção em duas estratégias: seleção com base no valor genético predito, tendo-se considerado o desempenho médio dos genótipos em todos os ambientes (sem efeito de interação) (BGeral) ou o desempenho em cada ambiente (com efeito da interação) (BA1, BA2 e BA3) (Tabela 1.3). Quando analisa-se o BGeral, pode-se destacar os genótipos 113, 16, 91, 103 e 73, pois apresentaram a melhor média nos três ambientes. Para o BA1, percebe-se que os genótipos 39, 45, 75, 91 e 71 destacaram-se. Os genótipos 113, 16, 73, 46 e

103 foram os que apresentaram as maiores médias de MGE para o BA2. E para o BA3, os destaques foram para os genótipos 101, 13, 96, 19 e 48. Quando não é considerado o efeito da interação, os genótipos mais adaptados e estáveis, são também os mais produtivos. E quando é considerada a interação GxA, no BA2, apenas o genótipo 46 não está entre os mais produtivos. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos de interação GxA em genótipos de feijão-caupi semiprostrados utilizando os modelos mistos, onde uma concordância entre as estatísticas MHVG, PRVG e MHPRVG foi encontrada na discriminação dos genótipos mais produtivos e com alta adaptabilidade e estabilidade, indicando que elas podem fazer parte de critérios seletivos na rotina dos programas de melhoramento do feijão-caupi (TORRES et al., 2015).

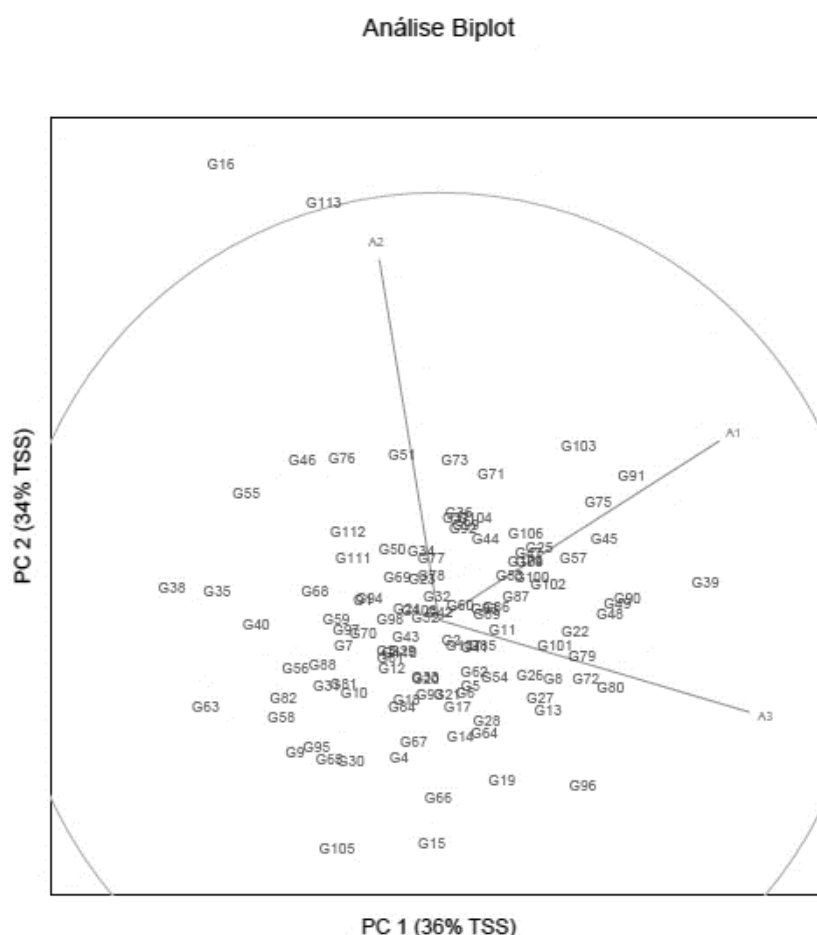


Figura 1. 2 - Análise Biplot pelo método de AMMI. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

Apesar de cada método considerar parâmetros de estabilidade e adaptabilidade diferentes, houve alguns genótipos que se repetiram em mais de um método. Pode-se destacar os métodos de Lin e Binns e os modelos mistos através de

BLUP, no qual a adaptabilidade e estabilidade geral indicou os mesmos genótipos, assim como para ambiente favorável e desfavorável. Apenas o método Eberhart e Russell considerou os genótipos 16 e 113 como instáveis, mas adaptados a ambientes desfavoráveis.

Comparando os resultados de Eberhart e Russell e Lins e Binns, podemos perceber que alguns genótipos se repetem para ambientes favoráveis (13, 19 e 96) e desfavoráveis (16, 51 e 113). Da mesma forma, estudos realizados com a adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos em trigo, observaram que ambos os métodos apresentaram resultado semelhantes para a maioria das linhagens avaliadas (CAIERÃO et al., 2006).

A média de MGE dos genótipos testados (tabela 1.5 – apêndice), bem como a classificação atribuída pelos métodos usados para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, são mostrados na tabela 1.6 do apêndice. A partir dos dados apresentados nesta tabela, calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman entre todas as estatísticas aos pares (Figura 1.3). O estudo das correlações estatísticas é de grande importância para definir quais métodos estatísticos devem ser usados para identificar os genótipos promissores (SCAPIM et al., 2010; DOMINGUES et al., 2013).

Coeficientes de correlação com magnitudes altas e significativos, indicam semelhança no ranking dos genótipos entre os métodos. Das 105 associações, apenas oito apresentaram significância (Figura 1.3). As associações com altas magnitudes (MGE x B<sub>geral</sub> e PC1 x PC2) geram informações redundantes e acabam dificultando o processo de seleção. Por outro lado, se forem usadas estatísticas que se complementem, pode-se aumentar a confiança na seleção dos genótipos mais adaptados, estáveis e produtivos.

Foram observadas duas associações positivas e significativas entre MGE e os métodos de modelos mistos (BLUPs) e Lin e Binns (B<sub>geral</sub> e P<sub>igeral</sub>, respectivamente). Este resultado indica que estes métodos permitem identificar os genótipos mais estáveis e de alta MGE. Não houve associação de MGE com os demais métodos, sugerindo que os genótipos mais estáveis, não necessariamente são os de maior MGE. Resultados semelhantes também foram descritos por Franceschi et al. (2010).

Ocorreram 3 associações positivas e significativas entre os métodos de modelos mistos (BLUPs) e Lins e Binns (BA2 x P<sub>ifav</sub>; BA3 x P<sub>ifav</sub> e B<sub>geral</sub> x P<sub>igeral</sub>),

magnitudes de 0,19; 0,52 e 0,19, respectivamente (Figura 1.3). Estes métodos são vantajosos porque os resultados estão na mesma escala de medida do traço avaliado (RODOVALHO et al., 2015). Uma concordância entre os métodos de Lin e Binns e modelos mistos (BLUP) foi observada em cana-de-açúcar, relatando uma preferência pelo último (MENDES DE PAULA et al., 2014).

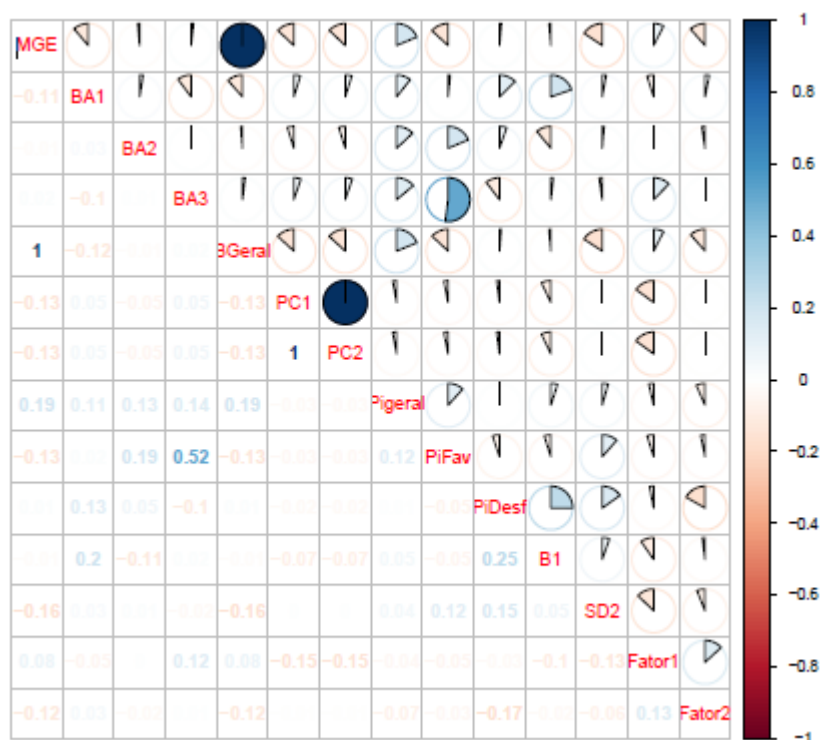


Figura 1. 3 - Coeficiente de correlação de Spearman entre o ranqueamento dos 113 genótipos obtidos para massa de grãos da espiga (MGE) e os métodos de adaptabilidade e estabilidade. BGeral: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseado a seleção no método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG), considerando o desempenho médio dos genótipos nos três ambientes; BA1: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseado a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 1; BA2: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 2; BA3: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseado a na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 3. PC1: Componente principal 1 pelo método AMMI; PC2: Componente principal 2 pelo método AMMI. PiGeral: Pi Geral pelo método de Lin e Binns; PiFav: Pi para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; PiDest: Pi para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns;  $\beta$ 1: Adaptabilidade pelo método de Eberhart e Russel; SD2: Estabilidade pelo método de Eberhart e Russel; PiG: Pi Geral pelo método de Lin e Binns; PiF: Pi para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; PiD: Pi para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns; Fator 1 e Fator 2 pelo método de análise de fatores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

As associações entre  $BA1 \times \beta_1$  e  $Pidesf \times \beta_1$ , podem ser utilizadas para adicionar informações, uma vez que o método de Eberhart e Russel é capaz de estimar a resposta dos genótipos para melhoria ambiental utilizando coeficientes de regressão, podendo ser utilizado como complemento de outros métodos. Por não estar associado a MGE, o uso simultâneo de outro método é altamente recomendado (BORNHOFEN et al., 2017), destacando sua associação com os dois métodos que também estão associados a MGE.

O melhorista encontra dificuldade e tem dúvidas em indicar novos genótipos a outros ambientes devido a interação  $G \times A$ . Nesse caso, técnicas de representação gráfica sobre adaptabilidade e estabilidade podem fornecer informações precisas e de fácil interpretação (BORNHOFEN et al., 2017). A identificação de genótipos estáveis e altamente produtivos entre diferentes ambientes continua sendo um desafio constante para os melhoristas de vários programas de melhoramento das mais diversas espécies de culturas em todo o mundo.

#### 1.4 Conclusões

Os genótipos 13 (Abalone x Fundacep Nova Era), 19 (Ônix x Fundacep Raízes) e 96 (CD 104 x Fundacep Raízes) são recomendados para ambientes favoráveis;

Os genótipos 16 (CD 104 x Fundacep Raízes), 46 (Ônix x Fundacep Raízes) e 113 (CD 120) são indicados para ambientes desfavoráveis;

Os métodos de Lin e Binns e o método de modelos mistos (BLUP) apresentam informações similares;

A estabilidade estimada pelos valores genotípicos do método (BLUP) usando modelos mistos permite identificar os genótipos mais estáveis e com maior massa de grãos da espiga, ao mesmo tempo.

#### 1.5 Referências bibliográficas

ALBRECHT, J. C.; VIEIRA, E. A.; SILVA, M. S.; ANDRADE, J. M. V. A.; SCHEEREN, P. L.; TRINDADE, M. G.; SOBRINHO, J. S.; SOUSA, C. N. A.; REIS, W. P.; JUNIOR, W. Q. R.; FRONZA, V.; CARGNIN, A.; YAMANAKA, C. H. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado no Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1727-1734, 2007.

AMORIM, E. P.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; GALLO, P. B.; AZEVEDO FILHO, J. A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n. 4, p. 575-582, 2006.

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187–190, 2017.

BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; STORCK, L.; WOYANN, L. G.; DUARTE, T.; STOCO, M. G.; MARCHIORO, S. V. Statistical methods to study adaptability and stability of wheat genotypes. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2017.

CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; SCHEEREN, P. L.; DEL DUCA, L. J. A.; JUNIOR, A. N.; PIRES, J. L. 2006. Análise da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na recomendação de novas cultivares. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1112-1117, 2006.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. DE; FOGAÇA, C. M. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Ceres**, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2008. CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CONDÉ, A. B. T., COELHO, M. A. O., YAMANAKA, C. H.; CORTE, H. R. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo sob cultivo de sequeiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, p. 45-52, 2010.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2014. 688 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, v. 1, 2012. 514p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 579p.

DE VITA, P.; MASTRANGELO, A. M.; MATTEU, L.; MAZZUCOTELLI, E.; VIRZÌ, N.; PALUMBO, M.; LO STORTO, M.; RIZZA, F.; CATTIVELLI, L. Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy. **Field Crops Research**, n. 119, p. 68-77, 2010.

DOMINGUES, L. S.; RIBEIRO, N. D.; MINETTO, C.; SOUZA, J. F.; ANTUNES, I. F. Metodologias de análise de adaptabilidade e de estabilidade para a identificação de linhagens de feijão promissoras para o cultivo no Rio Grande do Sul. **Semina: Ciências Agrárias**, n. 34, p. 1065-1076, 2013.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, n. 6, p. 36-40, 1966.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A.; LOVISI FILHO, E.; MORI, C. DE; CUNHA, G. R. DA; DOSSA, A. A.; FERNANDES, J. M. C.; SILVA, M.

**S. Potencial de produção de trigo no Brasil a partir de diferentes cenários de expansão da área de cultivo.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 85, n.5, 2016.

FRANCESCHI, L. D.; BENIN, G.; MARCHIORO, V. S.; MARTIN, T. N.; SILVA, R. R.; SILVA, C. L. D. Methods for analysis of adaptability and stability of wheat cultivars for Paraná State, Brazil. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 797–805, 2010.

FRANCO, F. DE A.; EVANGELISTA, A. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2018** / XI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Cascavel, PR, Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale. 2018. 258 p.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method analyzing cultivar  $\times$  location  $\times$  year experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 76, p. 425-430, 1988.

MENDES DE PAULA, T. O.; MARINHO, C. D.; SOUZA, V.; BARBOSA, M. H. P.; PETERNELLI, L. A.; KIMBENG, C. A.; ZHOU, M. M. Relationships between methods of variety adaptability and stability in sugarcane. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 2, p. 4216-4225, 2014.

MURAKAMI, D.M.; CRUZ, C.D. Proposal of methodologies for environment stratification and analysis of genotype adaptability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 711, 2004.

MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, v. 34, p. 71-78, 2004.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; BOTREL, M. A.; PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; LOPES, F. C. F.; MIRANDA, J. E. C. Adaptabilidade e Estabilidade em Cultivares de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 883–889, 2002.

OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 357-364, 2003.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C. DE; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. DA; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.

PIMENTEL GOMES F. **Curso de estatística experimental**. 11 ed., Piracicaba. 1985. 466p.

POSSATO JÚNIOR, O.; FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; OLIBONI, R.; BARCELLOS, A. L.; GUERRA, E. P. Adaptability and stability of wheat genotypes on ten environments in the states of Paraná and São Paulo, Brazil. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 113–121, 2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen– REML/BLUP**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2002. 67p.

RODOVALHO, M. A.; COAN, M. M. D.; SCAPIM, C. A.; PINTO, R. J. B.; CONTRERAS-SOTO, R. I. Comparison of HMRPGV, Lin and Binn's, and Annichiarico's methods for maize hybrid selection for high and stable yield. **Maydica**, v. 60, n. 1, M 10, 2015.

ROOZEBOOM, K. L.; SCHAPAUGH, W. T.; TUINSTRA, M. R.; VANDERLIP, R. L.; MILLIKEN, G. A. Testing wheat in variable environments: Genotype, environment, interaction effects, and grouping test locations. **Crop Science**, v. 48, n. 1, p. 317-330, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SAS - Statistical Analysis System. 2014. Sas Learning Edition, SAS Program - Getting started with the SAS Learning Edition, North Carolina: Cary, SAS Publishing, 200 p.

SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; PINTO, R. J. B.; CONRADO, T. V. Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. **Euphytica**, n. 174, p. 209-218, 2010.

SCHEEREN, P. L.; CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M.; BONOW, S. Melhoramento de trigo no Brasil. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. Cap. 17, p. 427-452.

SOUZA, J. DE. **Análise em Componentes Principais e suas Aplicações, métodos estatísticos nas Ciências Sociais**. v.2. Brasília, Thesaurus. 1988. 68 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and Procedures of Statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E.; CECCON, G.; CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015.

YANG, R.C. Mixed-model analysis of crossover genotype environment interactions. **Crop Science**, v. 47, p. 1051-1062, 2007.

## 1.6 Apêndices

Tabela 1. 5 - Médias do caráter massa de grãos na espiga (MGE, em g) de 113 genótipos de trigo em três ambientes (anos), no município de Capão do Leão – RS. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Gen. | A1    |    | A2    |    | A3    |    | Gen. | A1    |    | A2    |    | A 3   |    |
|------|-------|----|-------|----|-------|----|------|-------|----|-------|----|-------|----|
| 1    | 0,760 | Ba | 0,642 | Ba | 1,253 | Aa | 37   | 0,871 | Ba | 0,784 | Ba | 1,355 | Aa |
| 2    | 0,720 | Ba | 0,657 | Ba | 1,463 | Aa | 38   | 0,589 | Ba | 0,714 | Ba | 1,046 | Aa |
| 3    | 0,588 | Ba | 0,724 | Ba | 1,465 | Aa | 39   | 1,182 | Aa | 0,489 | Ba | 1,519 | Aa |
| 4    | 0,626 | Ba | 0,448 | Ba | 1,418 | Aa | 40   | 0,694 | Ba | 0,580 | Ba | 1,096 | Aa |
| 5    | 0,725 | Ba | 0,561 | Ba | 1,483 | Aa | 41   | 0,833 | Ba | 0,539 | Ba | 1,390 | Aa |
| 6    | 0,717 | Ba | 0,550 | Ba | 1,479 | Aa | 42   | 0,756 | Ba | 0,675 | Ba | 1,411 | Aa |
| 7    | 0,740 | Ba | 0,548 | Ba | 1,220 | Aa | 43   | 0,662 | Ba | 0,692 | Ba | 1,432 | Aa |
| 8    | 0,776 | Ba | 0,584 | Ba | 1,602 | Aa | 44   | 0,792 | Ba | 0,838 | Ba | 1,491 | Aa |
| 9    | 0,391 | Ba | 0,631 | Ba | 1,452 | Aa | 45   | 1,063 | Ba | 0,641 | Ca | 1,450 | Aa |
| 10   | 0,681 | Ba | 0,509 | Ba | 1,289 | Aa | 46   | 0,753 | Aa | 0,928 | Aa | 1,181 | Aa |
| 11   | 0,855 | Ba | 0,579 | Ba | 1,431 | Aa | 47   | 0,892 | Ba | 0,732 | Ba | 1,470 | Aa |
| 12   | 0,659 | Ba | 0,615 | Ba | 1,397 | Aa | 48   | 0,880 | Ba | 0,663 | Ba | 1,630 | Aa |
| 13   | 0,689 | Ba | 0,597 | Ba | 1,672 | Aa | 49   | 0,939 | Ba | 0,631 | Ba | 1,587 | Aa |
| 14   | 0,715 | Ba | 0,449 | Ba | 1,457 | Aa | 50   | 0,819 | Ba | 0,718 | Ba | 1,268 | Aa |
| 15   | 0,476 | Ba | 0,431 | Ba | 1,614 | Aa | 51   | 0,866 | Ba | 0,896 | Ba | 1,270 | Aa |
| 16   | 0,680 | Ca | 1,626 | Aa | 1,187 | Ba | 52   | 0,864 | Ba | 0,539 | Ba | 1,267 | Aa |
| 17   | 0,779 | Ba | 0,447 | Ba | 1,393 | Aa | 53   | 0,960 | Ba | 0,595 | Ca | 1,352 | Aa |
| 18   | 0,670 | Ba | 0,541 | Ba | 1,406 | Aa | 54   | 0,882 | Ba | 0,435 | Ca | 1,371 | Aa |
| 19   | 0,605 | Ba | 0,491 | Ba | 1,643 | Aa | 55   | 0,678 | Aa | 0,891 | Aa | 1,135 | Aa |
| 20   | 0,719 | Ba | 0,550 | Ba | 1,400 | Aa | 56   | 0,591 | Ba | 0,614 | Ba | 1,270 | Aa |
| 21   | 0,782 | Ba | 0,462 | Ba | 1,372 | Aa | 57   | 0,948 | Ba | 0,694 | Ba | 1,502 | Aa |
| 22   | 0,936 | Ba | 0,540 | Ca | 1,494 | Aa | 58   | 0,440 | Ba | 0,649 | Ba | 1,384 | Aa |
| 23   | 0,788 | Ba | 0,707 | Ba | 1,352 | Aa | 59   | 0,721 | Ba | 0,621 | Ba | 1,233 | Aa |
| 24   | 0,786 | Ba | 0,630 | Ba | 1,314 | Aa | 60   | 0,875 | Ba | 0,583 | Ba | 1,331 | Aa |
| 25   | 0,924 | Ba | 0,721 | Ba | 1,460 | Aa | 61   | 0,747 | Ba | 0,547 | Ba | 1,306 | Aa |
| 26   | 0,829 | Ba | 0,519 | Ba | 1,500 | Aa | 62   | 0,726 | Ba | 0,595 | Ba | 1,494 | Aa |
| 27   | 0,871 | Ba | 0,430 | Ca | 1,469 | Aa | 63   | 0,589 | Ba | 0,467 | Ba | 1,077 | Aa |
| 28   | 0,692 | Ba | 0,527 | Ba | 1,540 | Aa | 64   | 0,682 | Ba | 0,509 | Ba | 1,542 | Aa |
| 29   | 0,753 | Ba | 0,561 | Ba | 1,325 | Aa | 65   | 0,582 | Ba | 0,440 | Ba | 1,320 | Aa |
| 30   | 0,423 | Ba | 0,617 | Ba | 1,530 | Aa | 66   | 0,677 | Ba | 0,331 | Ba | 1,432 | Aa |
| 31   | 0,701 | Ba | 0,483 | Ba | 1,213 | Aa | 67   | 0,706 | Ba | 0,411 | Ba | 1,369 | Aa |
| 32   | 0,831 | Ba | 0,632 | Ba | 1,332 | Aa | 68   | 0,678 | Ba | 0,715 | Ba | 1,244 | Aa |
| 33   | 0,752 | Ba | 0,522 | Ba | 1,366 | Aa | 69   | 0,825 | Ba | 0,653 | Ba | 1,263 | Aa |
| 34   | 0,894 | Ba | 0,657 | Ba | 1,248 | Aa | 70   | 0,885 | Aa | 0,438 | Ba | 1,112 | Aa |
| 35   | 0,615 | Ba | 0,712 | Ba | 1,110 | Aa | 71   | 1,011 | Ba | 0,765 | Ba | 1,294 | Aa |
| 36   | 0,808 | Ba | 0,865 | Ba | 1,429 | Aa | 72   | 0,894 | Ba | 0,484 | Ca | 1,545 | Aa |
| 73   | 0,741 | Ba | 1,050 | Ba | 1,507 | Aa | 94   | 0,779 | Ba | 0,633 | Ba | 1,248 | Aa |
| 74   | 0,934 | Ba | 0,670 | Ba | 1,424 | Aa | 95   | 0,515 | Ba | 0,529 | Ba | 1,368 | Aa |

Continuação...

Continuação...

|    |       |    |       |    |       |    |     |       |    |       |    |       |    |
|----|-------|----|-------|----|-------|----|-----|-------|----|-------|----|-------|----|
| 75 | 1,038 | Ba | 0,748 | Ba | 1,476 | Aa | 96  | 0,744 | Ba | 0,391 | Ba | 1,661 | Aa |
| 76 | 0,969 | Aa | 0,737 | Aa | 1,037 | Aa | 97  | 0,843 | Aa | 0,477 | Ba | 1,122 | Aa |
| 77 | 0,864 | Ba | 0,680 | Ba | 1,298 | Aa | 98  | 0,816 | Ba | 0,562 | Ba | 1,245 | Aa |
| 78 | 0,806 | Ba | 0,700 | Ba | 1,353 | Aa | 99  | 0,852 | Ba | 0,796 | Ba | 1,392 | Aa |
| 79 | 0,913 | Ba | 0,511 | Ca | 1,524 | Aa | 100 | 0,907 | Ba | 0,663 | Ba | 1,453 | Aa |
| 80 | 0,990 | Ba | 0,382 | Ca | 1,492 | Aa | 101 | 0,714 | Ba | 0,725 | Ba | 1,681 | Aa |
| 81 | 0,542 | Ba | 0,666 | Ba | 1,416 | Aa | 102 | 0,822 | Ba | 0,748 | Ba | 1,573 | Aa |
| 82 | 0,676 | Ba | 0,449 | Ba | 1,146 | Aa | 103 | 0,987 | Ba | 0,917 | Ba | 1,508 | Aa |
| 83 | 0,764 | Ba | 0,708 | Ba | 1,496 | Aa | 104 | 0,919 | Ba | 0,747 | Ba | 1,342 | Aa |
| 84 | 0,636 | Ba | 0,559 | Ba | 1,430 | Aa | 105 | 0,518 | Ba | 0,308 | Ba | 1,374 | Aa |
| 85 | 0,788 | Ba | 0,597 | Ba | 1,455 | Aa | 106 | 0,890 | Ba | 0,777 | Ba | 1,472 | Aa |
| 86 | 0,891 | Ba | 0,587 | Ba | 1,387 | Aa | 107 | 0,771 | Ba | 0,599 | Ba | 1,433 | Aa |
| 87 | 0,829 | Ba | 0,691 | Ba | 1,497 | Aa | 108 | 0,776 | Ba | 0,642 | Ba | 1,349 | Aa |
| 88 | 0,636 | Ba | 0,598 | Ba | 1,280 | Aa | 109 | 0,857 | Ba | 0,747 | Ba | 1,498 | Aa |
| 89 | 0,995 | Aa | 0,455 | Ba | 1,257 | Aa | 110 | 0,763 | Ba | 0,547 | Ba | 1,308 | Aa |
| 90 | 0,965 | Ba | 0,622 | Ba | 1,581 | Aa | 111 | 0,692 | Ba | 0,805 | Ba | 1,319 | Aa |
| 91 | 1,033 | Ba | 0,834 | Ba | 1,558 | Aa | 112 | 0,853 | Ba | 0,693 | Ba | 1,147 | Aa |
| 92 | 0,736 | Ba | 0,903 | Ba | 1,507 | Aa | 113 | 0,597 | Ba | 1,695 | Aa | 1,472 | Aa |
| 93 | 0,656 | Ba | 0,583 | Ba | 1,469 | Aa |     |       |    |       |    |       |    |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, nas linhas, e por letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 1. 6 - Ranqueamento dos 113 genótipos de trigo avaliados em três ambientes (anos), no município de Capão do Leão, quanto a massa de grãos da espiga, adaptabilidade e estabilidade dados por cada método estatístico. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

|     | Blups |     |     |        | AMMI |     | Lin e Binns |       |        | Eberhart e Russel |     | Análise de fatores |        |
|-----|-------|-----|-----|--------|------|-----|-------------|-------|--------|-------------------|-----|--------------------|--------|
| MGE | BA1   | BA2 | BA3 | BGeral | PC1  | PC2 | Pigeral     | PiFav | PiDesf | B1                | SD2 | Fator1             | Fator2 |
| 113 | 39    | 113 | 101 | 113    | 16   | 16  | 113         | 101   | 16     | 16                | 1   | 38                 | 15     |
| 16  | 45    | 16  | 13  | 16     | 113  | 113 | 16          | 13    | 113    | 113               | 4   | 63                 | 105    |
| 91  | 75    | 73  | 96  | 91     | 55   | 55  | 73          | 96    | 73     | 76                | 5   | 35                 | 96     |
| 103 | 91    | 46  | 19  | 103    | 46   | 46  | 103         | 19    | 103    | 46                | 6   | 40                 | 66     |
| 73  | 71    | 103 | 48  | 73     | 73   | 73  | 91          | 48    | 51     | 55                | 8   | 58                 | 19     |
| 75  | 89    | 92  | 15  | 75     | 38   | 38  | 92          | 15    | 91     | 38                | 10  | 82                 | 4      |
| 39  | 80    | 55  | 8   | 39     | 35   | 35  | 36          | 8     | 46     | 51                | 18  | 55                 | 30     |
| 48  | 103   | 51  | 49  | 48     | 51   | 51  | 51          | 49    | 92     | 112               | 20  | 9                  | 64     |
| 90  | 76    | 36  | 90  | 90     | 111  | 111 | 44          | 90    | 36     | 35                | 24  | 56                 | 14     |
| 49  | 90    | 44  | 102 | 49     | 76   | 76  | 75          | 102   | 44     | 71                | 28  | 95                 | 65     |
| 45  | 53    | 91  | 91  | 45     | 92   | 92  | 106         | 91    | 71     | 40                | 37  | 105                | 67     |
| 92  | 57    | 111 | 64  | 92     | 68   | 68  | 99          | 72    | 55     | 34                | 40  | 16                 | 13     |
| 57  | 49    | 99  | 72  | 57     | 36   | 36  | 46          | 64    | 75     | 50                | 47  | 65                 | 28     |
| 102 | 22    | 37  | 28  | 102    | 112  | 112 | 37          | 28    | 99     | 97                | 50  | 88                 | 9      |
| 106 | 74    | 106 | 30  | 106    | 58   | 58  | 102         | 30    | 37     | 70                | 59  | 31                 | 95     |
| 44  | 25    | 71  | 79  | 44     | 40   | 40  | 109         | 79    | 106    | 104               | 63  | 68                 | 80     |
| 101 | 104   | 104 | 39  | 101    | 44   | 44  | 71          | 39    | 76     | 37                | 64  | 30                 | 27     |
| 25  | 79    | 102 | 92  | 25     | 50   | 50  | 47          | 103   | 104    | 68                | 65  | 46                 | 17     |
| 36  | 100   | 109 | 26  | 36     | 37   | 37  | 25          | 92    | 109    | 69                | 78  | 81                 | 72     |
| 109 | 34    | 75  | 73  | 109    | 99   | 99  | 104         | 73    | 47     | 77                | 87  | 59                 | 84     |

Continuação...

Continuação...

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 47  | 72  | 76  | 103 | 47  | 56  | 56  | 57  | 57  | 25  | 111 | 105 | 7   | 8   |
| 71  | 70  | 47  | 57  | 71  | 103 | 103 | 48  | 26  | 102 | 94  | 106 | 10  | 6   |
| 99  | 86  | 3   | 62  | 99  | 3   | 3   | 101 | 109 | 111 | 73  | 107 | 97  | 21  |
| 51  | 47  | 38  | 87  | 51  | 9   | 9   | 111 | 87  | 57  | 103 | 108 | 70  | 18  |
| 74  | 106 | 101 | 83  | 74  | 81  | 81  | 87  | 83  | 50  | 63  | 109 | 112 | 93  |
| 100 | 54  | 35  | 109 | 100 | 59  | 59  | 45  | 22  | 74  | 1   | 23  | 111 | 26  |
| 87  | 60  | 68  | 22  | 87  | 1   | 1   | 74  | 62  | 112 | 99  | 29  | 1   | 5   |
| 37  | 48  | 50  | 80  | 37  | 63  | 63  | 83  | 80  | 45  | 59  | 48  | 76  | 58  |
| 104 | 27  | 25  | 44  | 104 | 23  | 23  | 100 | 44  | 77  | 36  | 62  | 94  | 54  |
| 22  | 37  | 23  | 5   | 22  | 71  | 71  | 55  | 5   | 78  | 98  | 85  | 4   | 79  |
| 83  | 52  | 83  | 6   | 83  | 88  | 88  | 49  | 6   | 23  | 7   | 94  | 3   | 62  |
| 8   | 77  | 78  | 93  | 8   | 94  | 94  | 90  | 75  | 87  | 89  | 103 | 12  | 10  |
| 13  | 51  | 112 | 27  | 13  | 43  | 43  | 78  | 113 | 100 | 52  | 42  | 61  | 20  |
| 79  | 112 | 43  | 75  | 79  | 104 | 104 | 23  | 106 | 83  | 78  | 61  | 84  | 33  |
| 72  | 11  | 57  | 106 | 72  | 78  | 78  | 50  | 47  | 48  | 23  | 69  | 98  | 82  |
| 53  | 109 | 87  | 3   | 53  | 69  | 69  | 77  | 93  | 101 | 82  | 91  | 15  | 81  |
| 11  | 97  | 77  | 47  | 11  | 77  | 77  | 42  | 27  | 34  | 75  | 99  | 67  | 101 |
| 80  | 99  | 42  | 2   | 80  | 34  | 34  | 43  | 3   | 49  | 24  | 104 | 18  | 31  |
| 86  | 41  | 81  | 14  | 86  | 30  | 30  | 2   | 2   | 90  | 53  | 7   | 110 | 63  |
| 46  | 32  | 74  | 9   | 46  | 106 | 106 | 3   | 25  | 69  | 32  | 25  | 29  | 12  |
| 78  | 26  | 100 | 113 | 78  | 42  | 42  | 34  | 14  | 68  | 60  | 32  | 113 | 22  |
| 26  | 69  | 48  | 25  | 26  | 24  | 24  | 53  | 85  | 42  | 91  | 33  | 43  | 41  |
| 23  | 87  | 34  | 85  | 23  | 108 | 108 | 32  | 100 | 32  | 31  | 77  | 50  | 85  |
| 42  | 50  | 2   | 100 | 42  | 7   | 7   | 76  | 9   | 53  | 106 | 102 | 69  | 107 |
| 77  | 98  | 58  | 45  | 77  | 12  | 12  | 108 | 45  | 108 | 108 | 110 | 66  | 61  |
| 2   | 102 | 69  | 66  | 2   | 83  | 83  | 69  | 107 | 43  | 45  | 112 | 24  | 110 |

Continuação...

Continuação...

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 85  | 78  | 1   | 107 | 85  | 95  | 95  | 112 | 43  | 1   | 74  | 2   | 20  | 48  |
| 62  | 36  | 108 | 84  | 62  | 109 | 109 | 86  | 66  | 35  | 92  | 14  | 33  | 29  |
| 111 | 44  | 9   | 43  | 111 | 32  | 32  | 68  | 11  | 94  | 56  | 31  | 93  | 88  |
| 50  | 85  | 94  | 11  | 50  | 2   | 2   | 8   | 84  | 2   | 25  | 83  | 108 | 56  |
| 107 | 23  | 45  | 36  | 107 | 47  | 47  | 85  | 36  | 24  | 88  | 84  | 52  | 2   |
| 34  | 24  | 32  | 4   | 34  | 82  | 82  | 11  | 74  | 3   | 44  | 88  | 23  | 3   |
| 96  | 21  | 24  | 74  | 96  | 98  | 98  | 24  | 4   | 86  | 47  | 93  | 51  | 11  |
| 32  | 17  | 49  | 81  | 32  | 91  | 91  | 22  | 81  | 38  | 110 | 12  | 21  | 49  |
| 60  | 94  | 59  | 42  | 60  | 102 | 102 | 107 | 42  | 60  | 61  | 13  | 34  | 90  |
| 43  | 108 | 30  | 18  | 43  | 25  | 25  | 13  | 18  | 11  | 86  | 19  | 78  | 43  |
| 3   | 8   | 56  | 20  | 3   | 31  | 31  | 62  | 20  | 85  | 29  | 51  | 14  | 39  |
| 27  | 107 | 12  | 12  | 27  | 29  | 29  | 60  | 12  | 59  | 100 | 57  | 42  | 7   |
| 5   | 110 | 90  | 17  | 5   | 61  | 61  | 1   | 17  | 107 | 42  | 82  | 32  | 89  |
| 108 | 1   | 88  | 41  | 108 | 10  | 10  | 94  | 99  | 22  | 109 | 100 | 17  | 70  |
| 41  | 83  | 107 | 58  | 41  | 87  | 87  | 39  | 41  | 8   | 57  | 11  | 77  | 86  |
| 28  | 29  | 85  | 99  | 28  | 97  | 97  | 79  | 86  | 62  | 10  | 67  | 2   | 83  |
| 6   | 42  | 62  | 86  | 6   | 110 | 110 | 12  | 58  | 98  | 41  | 96  | 6   | 52  |
| 76  | 33  | 13  | 105 | 76  | 84  | 84  | 5   | 105 | 52  | 43  | 74  | 5   | 97  |
| 69  | 46  | 53  | 21  | 69  | 75  | 75  | 81  | 21  | 12  | 11  | 26  | 107 | 42  |
| 19  | 61  | 40  | 95  | 19  | 93  | 93  | 26  | 54  | 13  | 87  | 34  | 60  | 98  |
| 64  | 7   | 86  | 67  | 64  | 74  | 74  | 41  | 67  | 39  | 33  | 49  | 64  | 87  |
| 24  | 96  | 93  | 54  | 24  | 101 | 101 | 93  | 95  | 41  | 12  | 98  | 62  | 60  |
| 93  | 73  | 60  | 33  | 93  | 60  | 60  | 59  | 33  | 29  | 83  | 41  | 28  | 108 |
| 89  | 92  | 8   | 78  | 89  | 18  | 18  | 72  | 37  | 81  | 107 | 68  | 41  | 102 |
| 55  | 62  | 11  | 23  | 55  | 107 | 107 | 6   | 78  | 79  | 54  | 56  | 19  | 24  |
| 112 | 5   | 98  | 37  | 112 | 52  | 52  | 29  | 23  | 40  | 2   | 66  | 37  | 59  |

Continuação...

Continuação...

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 59  | 29  | 53  | 54  | 100 | 100 | 20  | 53  | 110 | 39  | 71  | 85  | 32  |
| 12  | 20  | 84  | 108 | 12  | 20  | 20  | 98  | 108 | 5   | 3   | 21  | 36  | 100 |
| 52  | 2   | 5   | 104 | 52  | 65  | 65  | 52  | 104 | 88  | 20  | 60  | 92  | 40  |
| 20  | 14  | 7   | 32  | 20  | 57  | 57  | 35  | 32  | 26  | 85  | 75  | 99  | 53  |
| 94  | 6   | 20  | 60  | 94  | 62  | 62  | 28  | 60  | 61  | 81  | 17  | 73  | 1   |
| 1   | 67  | 6   | 29  | 1   | 70  | 70  | 110 | 29  | 7   | 21  | 36  | 54  | 94  |
| 33  | 101 | 61  | 65  | 29  | 85  | 85  | 61  | 65  | 93  | 102 | 86  | 83  | 57  |
| 29  | 31  | 110 | 111 | 33  | 33  | 33  | 84  | 111 | 56  | 58  | 43  | 89  | 74  |
| 68  | 40  | 18  | 24  | 68  | 86  | 86  | 33  | 24  | 20  | 22  | 44  | 104 | 109 |
| 84  | 28  | 52  | 110 | 84  | 53  | 53  | 88  | 110 | 6   | 18  | 95  | 86  | 23  |
| 81  | 111 | 41  | 61  | 81  | 5   | 5   | 18  | 61  | 72  | 65  | 15  | 44  | 78  |
| 98  | 13  | 22  | 77  | 98  | 6   | 6   | 64  | 77  | 33  | 17  | 35  | 11  | 69  |
| 14  | 10  | 95  | 10  | 14  | 11  | 11  | 56  | 71  | 89  | 90  | 90  | 53  | 47  |
| 17  | 82  | 28  | 71  | 17  | 41  | 41  | 38  | 10  | 84  | 95  | 76  | 71  | 68  |
| 110 | 64  | 33  | 88  | 110 | 4   | 4   | 7   | 88  | 18  | 84  | 38  | 26  | 45  |
| 18  | 66  | 26  | 56  | 18  | 45  | 45  | 58  | 51  | 97  | 49  | 101 | 87  | 25  |
| 21  | 68  | 10  | 52  | 21  | 48  | 48  | 27  | 56  | 28  | 62  | 52  | 27  | 77  |
| 61  | 55  | 64  | 50  | 61  | 28  | 28  | 89  | 50  | 58  | 67  | 111 | 13  | 35  |
| 59  | 18  | 79  | 51  | 59  | 21  | 21  | 30  | 52  | 64  | 93  | 72  | 109 | 106 |
| 30  | 16  | 19  | 69  | 30  | 13  | 13  | 21  | 69  | 10  | 5   | 79  | 100 | 34  |
| 15  | 43  | 31  | 89  | 15  | 8   | 8   | 54  | 89  | 70  | 6   | 22  | 74  | 44  |
| 88  | 12  | 39  | 1   | 88  | 64  | 64  | 19  | 1   | 54  | 26  | 46  | 47  | 111 |
| 7   | 93  | 97  | 94  | 7   | 67  | 67  | 80  | 34  | 21  | 79  | 53  | 106 | 50  |
| 4   | 88  | 72  | 34  | 4   | 49  | 49  | 17  | 94  | 27  | 27  | 97  | 8   | 38  |
| 67  | 84  | 63  | 98  | 67  | 17  | 17  | 9   | 98  | 31  | 48  | 27  | 101 | 92  |
| 10  | 4   | 21  | 68  | 10  | 89  | 89  | 10  | 68  | 17  | 80  | 55  | 25  | 75  |

Continuação...

Continuação...

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 56  | 35  | 82  | 59  | 56  | 14  | 14  | 14  | 59  | 30  | 9   | 81  | 96  | 99  |
| 9   | 19  | 89  | 7   | 9   | 26  | 26  | 40  | 7   | 9   | 4   | 3   | 102 | 104 |
| 58  | 63  | 4   | 31  | 58  | 90  | 90  | 96  | 31  | 80  | 14  | 45  | 22  | 37  |
| 97  | 56  | 14  | 46  | 97  | 15  | 15  | 95  | 16  | 14  | 72  | 54  | 72  | 36  |
| 66  | 38  | 17  | 16  | 66  | 105 | 105 | 97  | 46  | 19  | 8   | 92  | 79  | 112 |
| 35  | 65  | 65  | 82  | 35  | 19  | 19  | 31  | 112 | 95  | 28  | 70  | 57  | 91  |
| 70  | 3   | 70  | 112 | 70  | 22  | 22  | 4   | 82  | 82  | 101 | 58  | 80  | 71  |
| 95  | 113 | 54  | 55  | 95  | 54  | 54  | 67  | 55  | 63  | 64  | 30  | 103 | 103 |
| 31  | 81  | 15  | 97  | 31  | 79  | 79  | 70  | 97  | 4   | 66  | 9   | 48  | 73  |
| 40  | 105 | 27  | 70  | 40  | 66  | 66  | 65  | 70  | 67  | 30  | 73  | 45  | 55  |
| 38  | 95  | 67  | 35  | 38  | 72  | 72  | 82  | 35  | 96  | 105 | 89  | 75  | 51  |
| 65  | 15  | 96  | 40  | 65  | 27  | 27  | 15  | 40  | 65  | 13  | 80  | 49  | 76  |
| 82  | 58  | 80  | 63  | 82  | 96  | 96  | 66  | 63  | 15  | 19  | 39  | 90  | 46  |
| 105 | 30  | 66  | 38  | 105 | 39  | 39  | 63  | 38  | 66  | 96  | 16  | 91  | 113 |
| 63  | 9   | 105 | 76  | 63  | 80  | 80  | 105 | 76  | 105 | 15  | 113 | 39  | 16  |

MGE: Massa de grãos da espiga; BGeneral: estabilidade pelos modelos mistos através da metodologia BLUPs e basearam a seleção no método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG), considerando o desempenho médio dos genótipos nos três ambientes; BA1: estabilidade pelos modelos mistos através da metodologia BLUPs e basearam a seleção no método MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 1; BA2: estabilidade pelos modelos mistos através da metodologia BLUPs e basearam a seleção no método da MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 2; BA3: estabilidade pelos modelos mistos através da metodologia BLUPs e basearam a seleção no método da MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 3; PC1: Componente principal 1 pelo método AMMI; PC2: Componente principal 2 pelo método AMMI; PiGeneral: Pi Geral método de Lins e Bins; PiFav: Pi para ambientes favoráveis método de Lins e Bins; PiDesf: Pi para ambientes desfavoráveis método de Lins e Bins;  $\beta_1$ : Adaptabilidade pelo método Eberhart e Russel;  $\hat{\sigma}_d^2$ : Estabilidade pelo método Eberhart e Russel; Fator 1 e Fator 2 pelo método de análise de fatores.

Tabela 1. 7 - Coeficiente de correlação de Sperman entre o ranqueamento dos 113 genótipos obtidos para massa de grãos da espiga (MGE) e os métodos de adaptabilidade e estabilidade. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

|         | MGE | BA1    | BA2    | BA3    | BGeral | PC1    | PC2    | Pigeral | PiFav  | PiDesf | B1     | SD2    | Fator1 | Fator2 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MGE     |     | -0,113 | -0,014 | 0,018  | 1,000* | -0,130 | -0,130 | 0,187*  | -0,132 | 0,014  | -0,013 | -0,157 | 0,075  | -0,116 |
| BA1     |     |        | 0,025  | -0,102 | -0,115 | 0,048  | 0,048  | 0,106   | 0,016  | 0,127  | 0,197* | 0,028  | -0,049 | 0,031  |
| BA2     |     |        |        | 0,010  | -0,013 | -0,048 | -0,048 | 0,130   | 0,187* | 0,054  | -0,110 | 0,014  | 0,000  | -0,024 |
| BA3     |     |        |        |        | 0,020  | 0,052  | 0,052  | 0,138   | 0,520* | -0,104 | 0,018  | -0,022 | 0,123  | 0,009  |
| BGeral  |     |        |        |        |        | -0,132 | -0,132 | 0,188*  | -0,131 | 0,013  | -0,014 | -0,158 | 0,075  | -0,115 |
| PC1     |     |        |        |        |        |        | 1,000* | -0,029  | -0,031 | -0,020 | -0,071 | 0,001  | -0,150 | -0,009 |
| PC2     |     |        |        |        |        |        |        | -0,029  | -0,031 | -0,020 | -0,071 | 0,001  | -0,150 | -0,009 |
| Pigeral |     |        |        |        |        |        |        |         | 0,117  | 0,007  | 0,049  | 0,043  | -0,036 | -0,066 |
| PiFav   |     |        |        |        |        |        |        |         |        | -0,051 | -0,049 | 0,115  | -0,048 | -0,032 |
| PiDesf  |     |        |        |        |        |        |        |         |        |        | 0,251* | 0,151  | -0,030 | -0,167 |
| B1      |     |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        | 0,054  | -0,097 | -0,020 |
| SD2     |     |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        | -0,128 | -0,060 |
| Fator1  |     |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        | 0,132  |
| Fator2  |     |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |

\*Significativo a 5%; BA1: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseando a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 1; BA2: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e basearam a seleção na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 2; BA3: estabilidade pelos modelos mistos através do método BLUPs e baseando a na MHPRVG, considerando o desempenho no Ambiente 3. PC1: Componente principal 1 pelo método AMMI; PC2: Componente principal 2 pelo método AMMI. Pigeral: Pi Geral pelo método de Lin e Binns; PiFav: Pi para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; PiDesf: Pi para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns;  $\beta$ 1: Adaptabilidade pelo método de Eberhart e Russel; SD2: Estabilidade pelo método de Eberhart e Russel; PiG: Pi Geral pelo método de Lin e Binns; PiF: Pi para ambientes favoráveis pelo método de Lin e Binns; PiD: Pi para ambientes desfavoráveis pelo método de Lin e Binns; Fator 1 e Fator 2 pelo método de análise de fatores.

**Capítulo 2: Estimativa dos componentes da variância, parâmetros genéticos e seleção de famílias  $F_6$  de trigo**

## 2.1 Introdução

A cultura do trigo apresenta extrema importância em nossa dieta, por ser uma das principais fontes de carboidratos (FAO, 2018). O país revela um quadro de insuficiência para o cereal, necessitando importar metade do que é consumido de outros países como a Argentina e os Estados Unidos (CONAB, 2018). Esta situação identifica o Brasil como um dos maiores importadores mundiais de trigo (USDA, 2018).

Os programas de melhoramento têm desenvolvido pesquisas em busca de cultivares mais produtivas, que apresentam boa qualidade de farinha, resistentes a giberela e germinação na espiga, boa adaptabilidade e estabilidade nas diversas regiões de cultivo. No entanto, sabe-se que a maioria destes caracteres de interesse são de herança quantitativa, controlada por muitos genes e de grande influência do ambiente, dificultando a seleção e obtenção de genótipos superiores (CARVALHO et al., 2001).

A tomada de decisão do melhorista pode ser auxiliada através de informações sobre o controle genético dos caracteres em estudo. Quando estes caracteres forem quantitativos, pode-se utilizar informações de componentes de médias ou de variância (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2012). A principal vantagem dos componentes de variância é a não anulação dos efeitos genéticos, o que pode ocorrer com as médias. Além de ser utilizada para estimar a herdabilidade (MORETO et al., 2007), um parâmetro genético de muita relevância para o melhorista de plantas, pois permite a estimativa da parte da variância fenotípica que é de fração herdável, estimativa de ganho genético e a escolha dos métodos de seleção a ser aplicado (LEITE et al., 2015), sendo a herdabilidade calculada no sentido amplo e no sentido restrito (COSTA et al., 2008).

Os componentes de variâncias servem para estimar o ganho esperado com a seleção (MORETO et al., 2007), uma das contribuições mais importantes da genética quantitativa para o melhoramento de plantas. Além disso, a predição das estratégias que podem ser mais eficazes para identificar os genótipos superiores numa população reflete-se no aumento da eficiência do melhoramento. Algumas priorizam o desempenho da família e, posteriormente, a superioridade relativa dos indivíduos dentro da família (REIS et al., 2004). Em gerações avançadas de autofecundação, a seleção entre família deve ser priorizada, facilitando a seleção de caracteres de baixa herdabilidade (BARBARO et al., 2007). Os métodos de seleção se baseiam nas

magnitudes e sentidos dos ganhos genéticos, e pode ser direcionado entre e dentro das famílias, tornando-se alternativa para selecionar as melhores famílias e ou indivíduos superiores dentro dessas (MARTINS et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2009).

Assim, com o intuito de identificar a contribuição dos parâmetros genéticos e componentes de variância no estudo do controle genético dos caracteres agronômicos, e identificar qual a fração é realmente herdável, e quais são os padrões de seleção que podem ser seguidos, os objetivos deste trabalho foram estimar os componentes de variância em seis populações segregantes de trigo nas gerações  $F_4$ ,  $F_5$  e  $F_6$ , estimar o ganho de seleção nas famílias  $F_6$  e identificar famílias  $F_6$  promissoras para o programa de melhoramento genético de trigo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento.

## **2.2 Material e métodos**

### **2.2.1 Ano e Local**

O experimento foi conduzido nos anos de 2014, 2015 e 2016 no campo experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento localizado no CAP (Centro Agropecuário da Palma), pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), município de Capão do Leão – RS, situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste; a uma altitude de 13,24 m, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2 mm. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA) da unidade de Mapeamento Pelotas (SANTOS et al., 2006).

### **2.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários**

O preparo do solo da área experimental foi de acordo com as recomendações da RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018), sendo realizadas correções de acidez e adubação com macro nutrientes (NPK) em função dos teores observados na análise química do solo, para atender a demanda necessária da cultura. A semeadura foi realizada de forma manual. Os tratos culturais, assim como o controle de plantas daninhas, doenças e pragas foram realizados de acordo com a RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018).

### **2.2.3 Populações avaliadas**

Foram utilizadas seis populações segregantes nas gerações  $F_4$ ,  $F_5$  e  $F_6$ , oriundas do cruzamento entre Abalone x Fundacep Nova Era (População 1), Ônix x Fundacep Raízes (População 2), CD 104 x Fundacep Cristalino (População 3),

Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era (População 4), CD 104 x Fundacep Raízes (População 5) e Fundacep Nova Era x CD 120 (População 6), totalizando 106 famílias. Essas famílias foram conduzidas pelo método genealógico, e em F<sub>5</sub> foi realizado uma seleção para aumento do caráter rendimento de grãos (média + 1 desvio padrão).

#### 2.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental, nos anos de 2014 e 2015, foi de uma linha de dois metros, espaçada 0,30 m, com uma densidade de semeadura de 360 sementes m<sup>-2</sup>. Ao término do ciclo reprodutivo, foram colhidas aleatoriamente três espigas de cada linha, totalizando nove espigas por genótipo. No ano de 2016, a unidade experimental foi de duas linhas de dois m, espaçadas 0,30m.

#### 2.2.5 Caracteres avaliados

Ao final do ciclo reprodutivo, foram colhidas aleatoriamente 10 espigas em cada linha, totalizando 60 espigas por genótipo. As avaliações realizadas foram: comprimento da espiga (CE, em cm), mensurada com uma régua graduada; massa da espiga (ME, em g), obtido através da pesagem da espiga; número de grãos da espiga (NGE, em unidades), as espigas foram trilhadas manualmente e realizada a contagem dos grãos; massa de grãos da espiga (MGE, em g), obtida da pesagem apenas dos grãos da espiga.

#### 2.2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para todos os caracteres estudados, com intuito de comprovar as diferenças significativas entre os genótipos testados a 5% de probabilidade de erro. Posteriormente determinou-se as estimativas dos parâmetros: variância de blocos ( $\sigma^2_B$ ), variância fenotípica entre as famílias ( $\sigma^2_{Fe}$ ), variância fenotípica dentro das famílias ( $\sigma^2_{Fd}$ ); variância fenotípica total ( $\sigma^2_{Ftotal}$ ); variância ambiental entre as famílias ( $\sigma^2_{Ee}$ ); variância genotípica entre as famílias ( $\sigma^2_{Ge}$ ); variância genotípica dentro das famílias ( $\sigma^2_{Gd}$ ); variância aditiva ( $\sigma^2_A$ ); variância de dominância ( $\sigma^2_D$ ); herdabilidade com sentido amplo entre as famílias ( $h^2_{Ae}$ ); herdabilidade com sentido amplo dentro das famílias ( $h^2_{Ad}$ ); herdabilidade com sentido restrito entre as famílias ( $h^2_{re}$ ); herdabilidade com sentido restrito dentro das famílias ( $h^2_{rd}$ ); e herdabilidade total ( $H^2_T$ ).

Sendo:

1: Variância de blocos ( $\sigma^2_B$ ):

$$1.1: \sigma^2_B = \frac{QM_{bloco} - QM_{entre}}{n^{\circ} \text{ de genótipos} \times n^{\circ} \text{ plantas}}$$

$QM_{bloco}$ : Quadrado médio do bloco;

$QM_{entre}$ : Quadrado médio entre famílias

$n^{\circ}$  plantas: número de plantas avaliadas em cada bloco

$n^{\circ}$  de genótipos: número de famílias avaliadas

2: Variância fenotípica ( $\sigma^2_F$ ):

$$2.1: \sigma^2_{Fe} = \frac{QM_{trat}}{n^{\circ} \text{ rep} \times n^{\circ} \text{ plantas}}$$

$\sigma^2_{Fe}$ : Variância fenotípica entre famílias

$QM_{trat}$ : Quadrado médio do tratamento

$n^{\circ}$  rep: número de blocos

$n^{\circ}$  plantas: número de plantas avaliadas em cada bloco

$$2.2: \sigma^2_{Fd} = QM_{dentro}$$

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro de famílias

$QM_{dentro}$ : Quadrado médio dentro de famílias

$$2.3: \sigma^2_{Ftotal} = \sigma^2_{Fd} + \sigma^2_{Ee} + \sigma^2_{Ge} + \sigma^2_B$$

$\sigma^2_{Ftotal}$ : Variância fenotípica total

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro de famílias

$\sigma^2_{Ee}$ : Variância ambiental entre famílias

$\sigma^2_{Ge}$ : Variância genotípica entre famílias

$\sigma^2_B$ : Variância de blocos

3: Variância de ambiente ( $\sigma^2_E$ ):

$$3.1: \sigma^2_{Ee} = \left( \frac{QM_{entre} - QM_{dentro}}{n^{\circ} \text{ rep}} \right)$$

$\sigma^2_{Ee}$ : Variância ambiental entre famílias

$QM_{entre}$ : Quadrado médio entre famílias

$QM_{dentro}$ : Quadrado médio dentro de famílias

#### 4: Variância genotípica ( $\sigma^2_G$ ):

$$4.1: \sigma^2_{Ge} = \left( \frac{QM_{trat} - QM_{entre}}{n^\circ \text{ rep} \times n^\circ \text{ plantas}} \right)$$

$\sigma^2_{Ge}$ : Variância genotípica entre famílias

$QM_{trat}$ : Quadrado médio do tratamento

$QM_{entre}$ : Quadrado médio entre famílias

$n^\circ \text{ rep}$ : número de blocos

$n^\circ \text{ plantas}$ : número de plantas avaliadas em cada bloco

$$4.2: \sigma^2_{Gd} = \left( \frac{QM_{trat} - QM_{entre}}{n^\circ \text{ rep} \times n^\circ \text{ plantas}} \right)$$

$\sigma^2_{Gd}$ : Variância genotípica dentro famílias

$QM_{trat}$ : Quadrado médio do tratamento

$QM_{entre}$ : Quadrado médio entre famílias

$n^\circ \text{ rep}$ : número de blocos

$n^\circ \text{ plantas}$ : número de plantas avaliadas em cada bloco

#### 5: Variância aditiva ( $\sigma^2_A$ ):

$$5.1: \sigma^2_A = \frac{\sigma^2_{Ge} - F\sigma^2_{Gd}}{F(1+F)}$$

$\sigma^2_{Ge}$ : Variância genotípica entre famílias

$\sigma^2_{Gd}$ : Variância genotípica dentro famílias

F: Coeficiente de Wright (Falconer, 1987)

#### 6: Variância de dominância ( $\sigma^2_D$ ):

$$6.1: \sigma^2_D = \frac{4F\sigma^2_{Gd} - (1-F)\sigma^2_{Ge}}{F}$$

$\sigma^2_{Gd}$ : Variância genotípica dentro famílias

$\sigma^2_{Ge}$ : Variância genotípica entre famílias

F: coeficiente de Wright

#### 7: Herdabilidade com sentido amplo ( $h^2_A$ ):

$$7.1: h^2_{Ae} = \frac{\sigma^2_{Ge}}{\sigma^2_{Fe}} \times 100$$

$h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre as famílias

$\sigma^2_{Ge}$ : Variância genotípica entre famílias

$\sigma^2_{Fe}$ : Variância fenotípica entre famílias

$$7.2: h^2_{Ad} = \frac{\sigma^2_{Ge}}{\sigma^2_{Fd}} \times 100$$

$h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro das famílias

$\sigma^2_{Gd}$ : Variância genotípica entre as famílias

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro famílias

8: Herdabilidade com sentido restrito ( $h^2_r$ ):

$$8.1: h^2_{re} = \frac{\sigma^2_{Ae}}{\sigma^2_{Fe}} = \frac{2F\sigma^2_A}{\sigma^2_{Fe}} \times 100$$

$h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre as famílias

$\sigma^2_{Ae}$ : Variância aditiva entre famílias

$\sigma^2_A$ : Variância aditiva

$\sigma^2_{Fe}$ : Variância fenotípica entre famílias

F: coeficiente de Wright

$$8.2: h^2_{rd} = \frac{\sigma^2_{Ad}}{\sigma^2_{Fd}} = \frac{(1-F)\sigma^2_A}{\sigma^2_{Fd}} \times 100$$

$h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro das famílias

$\sigma^2_{Ad}$ : Variância aditiva dentro das famílias

$\sigma^2_A$ : Variância aditiva

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro das famílias

F: coeficiente de Wright

9: Herdabilidade total ( $H^2_T$ ):

$$9.1: H^2_T = \frac{\sigma^2_{A \text{ total}}}{\sigma^2_{F \text{ total}}} = \frac{(1+F)\sigma^2_A}{\sigma^2_{Fe} + \sigma^2_{Fd}} \times 100$$

$\sigma^2_{A \text{ total}}$ : Variância aditiva total

$\sigma^2_A$ : Variância aditiva

$\sigma^2_{F \text{ total}}$ : Variância fenotípica total

$\sigma^2_{Fe}$ : Variância fenotípica entre famílias

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro das famílias

F: coeficiente de Wright

## 10: Acurácia

$$10.1: \text{Acurácia} = \sqrt{1 - (1/F)}$$

F: Valor de F do tratamento

## 11: Ganho por seleção (GS):

$$11.1: GS_e = h^2_{re} \times (i) \times \sqrt{\sigma^2_{Fe}}$$

GSe: Ganho por seleção entre famílias

$h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias

$\sigma^2_{Fe}$ : Variância fenotípica entre famílias

i: Intensidade de seleção

$$11.2: GS_d = h^2_{rd} \times (i) \times \sqrt{\sigma^2_{Fd}}$$

GSd: Ganho por seleção dentro das famílias

$h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro das famílias

$\sigma^2_{Fd}$ : Variância fenotípica dentro das famílias

i: Intensidade de seleção

Para determinação dos cálculos utilizou-se coeficiente de endogamia (F de Wright) de 0,75; 0,875 e 0,9375, respectivamente para F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub> e F<sub>6</sub>. A intensidade de seleção (i= 1,755) representando pressão de 10% entre e dentro das famílias F<sub>6</sub>. As análises foram realizadas através do software estatístico RBio (BHERING, 2017).

## 2.3 Resultados e discussão

Nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 estão apresentados os componentes de variância (variância de blocos, variância fenotípica entre e dentro de famílias, variância fenotípica total, variância ambiental entre famílias, variância genotípica entre e dentro de famílias, variância de aditividade, variância de dominância) e os parâmetros genéticos (herdabilidade com sentido amplo entre e dentro de famílias, herdabilidade com sentido restrito entre e dentro de famílias, herdabilidade total) e Acurácia de quatro caracteres agronômicos em seis populações segregantes de trigo avaliadas nas gerações  $F_4$ ,  $F_5$  e  $F_6$ .

O caráter comprimento de espiga (CE) é altamente influenciado pelo ambiente (ESPINDULA et al., 2010), pela densidade de semeadura, na qual quanto maior a densidade, menor o comprimento de espigas e menor número de espiguetas por espiga (TEIXEIRA FILHO et al., 2008), e pelo fornecimento de nitrogênio (SILVA et al., 2015). O caráter massa de espiga (ME) pode ser utilizada como seleção indireta, visando incremento no rendimento de grãos (KAVALCO et al., 2014; CAIERÃO et al., 2001). Além disso, a ME está relacionada ao número de grãos por espiga (NGE) e ao CE (HARTWIG et al., 2007). O NGE um importante componente do rendimento de grãos é altamente influenciado pelo ambiente (BOSCHINI et al., 2011). A massa de grãos da espiga (MGE) é muito dependente da densidade de semeadura, pois quanto maior for, causará maior efeito de competição por fotoassimilados e, conseqüentemente, menor enchimento dos grãos, tendo como consequência uma MGE menor (VALÉRIO et al., 2008). Nota-se, portanto, que todos os caracteres avaliados neste estudo são altamente influenciados pelo ambiente.

A variância de blocos ( $\sigma^2_B$ ) foi menor que 0,05 para todas as populações nas três gerações avaliadas, para os caracteres CE, ME e MGE (Tabelas 2.1, 2.2 e 2.4), exceto para a população 1, na geração  $F_6$  (0,08), o que indica boa homogeneidade entre os blocos avaliados. Obter estimativa de até 0,10 seria o ideal visando maior confiabilidade dos parâmetros genéticos (RESENDE, 2007). Para o caráter NGE, a maioria das populações, nas três gerações, apresentaram  $\sigma^2_B$  com valores maiores que 0,10, com exceção das populações 1 e 6 ( $F_4$ ) e as populações 1, 2, 5 e 6 ( $F_5$ ), que apresentaram valores negativos (Tabela 2.3).

O componente de variância fenotípica ( $\sigma^2_F$ ), pode ser desdobrado em duas porções, sendo a primeira responsável pelos efeitos ambientais e a segunda em

decorrência dos efeitos genéticos, os quais nos permitem evidenciar a variabilidade genética da população (RAMALHO et al., 2012). Todas as populações, nas três gerações, apresentaram valores positivos para  $\sigma^2_{Fe}$ ,  $\sigma^2_{Fd}$  e  $\sigma^2_{Ft}$  nos quatro caracteres avaliados (Tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4). Além disso, nota-se que todas as populações apresentaram maiores variâncias fenotípicas dentro das famílias ( $\sigma^2_{Fd}$ ) do que entre famílias ( $\sigma^2_{Fe}$ ) (Tabela 2.1), esse resultado pode ter sido influenciado devido a forma de colheita das espigas, que foi realizada de forma aleatória dentro das linhas, não sendo seguido um padrão, ou ainda, devido à estas populações apresentaram vários locos em heterose. No entanto, é possível contornar este problema avaliando mais plantas por linha e aumentando o número de repetições.

A variância de ambiente ( $\sigma^2_{Ee}$ ) é resultante das diferenças de ambiente, e manifesta natureza não herdável, podendo ser manipulada por técnicas experimentais (RAMALHO et al., 2012). Apenas a população 2 e 5 ( $F_4$ ) e a população 3 ( $F_5$ ) apresentaram valores negativos para o caráter CE (Tabela 2.1). Para os demais caracteres, a  $\sigma^2_{Ee}$  apresentou valores positivos (Tabelas 2.2, 2.3 e 2.4). A geração  $F_6$  apresentou os maiores valores de  $\sigma^2_{Ee}$  para todos os caracteres avaliados.

A inferência da variância genética ( $\sigma^2_G$ ) é realizada com o objetivo de compreender a estrutura genética envolvida entre as progêies segregantes. Para o caráter CE, as populações 2 e 5 ( $F_5$  e  $F_6$ , respectivamente) apresentaram valores negativos de  $\sigma^2_G$ . Nas três gerações os valores de  $\sigma^2_G$  foram muito baixos, sendo que na geração  $F_4$  os valores variaram de 0,01 a 0,18; na  $F_5$  de 0,11 a 0,38; e na  $F_6$  a amplitude de valores foi de 0,08 a 0,22 (Tabela 2.1). Para os caracteres ME e MGE, apenas as populações 3 e 5 ( $F_6$ ), apresentaram valores negativos, os demais foram de baixa magnitude ou nulos. Em contrapartida, o caráter NGE, foi o que apresentou os maiores valores de  $\sigma^2_G$ , com uma amplitude de valores desde 0,91 (população 5, na  $F_4$ ) até 12,17 (na população 6 da geração  $F_6$ ). As populações 2 ( $F_4$ ), 2 e 3 ( $F_5$ ) e população 5 ( $F_6$ ), apresentaram valores negativos para  $\sigma^2_G$ , e como consequência para variância de aditividade ( $\sigma^2_A$ ), variância de dominância ( $\sigma^2_D$ ) e os parâmetros genéticos (Tabela 2.3).

Tabela 2. 1 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga (CE, em cm) em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Ger            | Pop. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |         | Ac   |
|----------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|---------|------|
|                |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_D$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2_t$ |      |
| F <sub>4</sub> | Pop1 | 0,01                     | 0,17            | 0,54            | 0,86            | 0,30            | 0,01            | 0,01            | 0,002        | 0,04         | 6,72                    | 6,41       | 1,92       | 0,10       | 0,54    | 0,81 |
|                | Pop2 | 0,02                     | 0,24            | 0,79            | 0,90            | -0,09           | 0,18            | 0,18            | 0,035        | 0,67         | 76,32                   | 23,14      | 21,81      | 1,10       | 5,92    | 0,80 |
|                | Pop3 | -0,01                    | 0,12            | 1,01            | 1,01            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,002        | 0,03         | 7,77                    | 0,93       | 2,22       | 0,04       | 0,28    | 0,27 |
|                | Pop4 | 0,01                     | 0,22            | 0,73            | 0,97            | 0,13            | 0,10            | 0,10            | 0,019        | 0,37         | 44,66                   | 13,65      | 12,76      | 0,65       | 3,49    | 0,80 |
|                | Pop5 | 0,01                     | 0,15            | 0,93            | 0,95            | -0,05           | 0,07            | 0,07            | 0,013        | 0,24         | 43,61                   | 7,07       | 12,46      | 0,34       | 2,03    | 0,56 |
|                | Pop6 | 0,03                     | 0,20            | 0,81            | 0,95            | 0,00            | 0,11            | 0,11            | 0,021        | 0,39         | 54,58                   | 13,25      | 15,59      | 0,63       | 3,55    | 0,74 |
| F <sub>5</sub> | Pop1 | 0,04                     | 0,50            | 0,73            | 1,27            | 0,11            | 0,38            | 0,38            | 0,029        | 1,48         | 76,50                   | 52,75      | 10,20      | 0,50       | 4,46    | 0,92 |
|                | Pop2 | -0,09                    | 0,30            | 0,72            | 1,50            | 0,97            | -0,11           | -0,11           | -0,008       | -0,41        | -35,34                  | -14,64     | -4,71      | -0,14      | -1,48   | 0,77 |
|                | Pop3 | 0,02                     | 0,37            | 0,96            | 1,23            | -0,02           | 0,27            | 0,27            | 0,021        | 1,06         | 73,15                   | 28,63      | 9,75       | 0,27       | 2,94    | 0,85 |
|                | Pop4 | 0,01                     | 0,30            | 0,84            | 1,24            | 0,28            | 0,11            | 0,11            | 0,009        | 0,44         | 37,83                   | 13,53      | 5,04       | 0,13       | 1,42    | 0,83 |
|                | Pop5 | -0,02                    | 0,42            | 1,29            | 1,63            | 0,14            | 0,23            | 0,23            | 0,017        | 0,88         | 54,39                   | 17,65      | 7,25       | 0,17       | 1,90    | 0,81 |
|                | Pop6 | 0,10                     | 0,50            | 0,55            | 1,21            | 0,19            | 0,37            | 0,37            | 0,028        | 1,44         | 74,93                   | 68,52      | 9,99       | 0,65       | 5,11    | 0,94 |
| F <sub>6</sub> | Pop1 | 0,08                     | 0,18            | 0,81            | 2,30            | 1,31            | 0,10            | 0,10            | 0,013        | 0,40         | 56,27                   | 12,52      | 13,63      | 0,10       | 2,56    | 0,96 |
|                | Pop2 | 0,00                     | 0,21            | 0,61            | 1,65            | 0,89            | 0,15            | 0,15            | 0,020        | 0,61         | 73,78                   | 25,29      | 17,87      | 0,20       | 4,71    | 0,98 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,15            | 0,66            | 1,96            | 1,22            | 0,08            | 0,08            | 0,011        | 0,33         | 53,55                   | 12,49      | 12,97      | 0,10       | 2,54    | 0,96 |
|                | Pop4 | -0,02                    | 0,34            | 0,76            | 4,47            | 3,58            | 0,15            | 0,15            | 0,019        | 0,57         | 43,15                   | 19,05      | 10,45      | 0,15       | 3,31    | 0,98 |
|                | Pop5 | 0,00                     | 0,10            | 0,87            | 2,73            | 1,87            | -0,01           | -0,01           | -0,001       | -0,03        | -8,46                   | -0,97      | -2,05      | -0,01      | -0,22   | 0,92 |
|                | Pop6 | 0,00                     | 0,29            | 0,79            | 2,02            | 1,00            | 0,22            | 0,22            | 0,029        | 0,88         | 78,03                   | 28,29      | 18,96      | 0,23       | 5,20    | 0,98 |

Ger: Geração; Pop: População;  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro de famílias;  $H^2_t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 2. 2 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga (ME, em g) em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Ger            | Pop. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |         | Ac   |
|----------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|---------|------|
|                |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_D$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2_t$ |      |
| F <sub>4</sub> | Pop1 | 0,00                     | 0,04            | 0,10            | 0,13            | 0,00            | 0,03            | 0,03            | 0,006        | 0,11         | 74,12                   | 31,02      | 21,18      | 1,48       | 7,29    | 0,86 |
|                | Pop2 | 0,00                     | 0,03            | 0,06            | 0,10            | 0,04            | 0,01            | 0,01            | 0,001        | 0,03         | 24,74                   | 12,02      | 7,07       | 0,57       | 2,70    | 0,88 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,02            | 0,12            | 0,12            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,002        | 0,03         | 43,90                   | 7,67       | 12,54      | 0,37       | 2,18    | 0,60 |
|                | Pop4 | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,11            | 0,01            | 0,01            | 0,01            | 0,002        | 0,03         | 36,26                   | 9,33       | 10,36      | 0,44       | 2,47    | 0,75 |
|                | Pop5 | 0,00                     | 0,01            | 0,09            | 0,09            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | 0,00         | 6,58                    | 0,78       | 1,88       | 0,04       | 0,23    | 0,25 |
|                | Pop6 | 0,00                     | 0,03            | 0,08            | 0,10            | 0,00            | 0,02            | 0,02            | 0,004        | 0,08         | 71,51                   | 27,99      | 20,43      | 1,33       | 6,71    | 0,85 |
| F <sub>5</sub> | Pop1 | 0,00                     | 0,04            | 0,06            | 0,10            | 0,01            | 0,02            | 0,02            | 0,002        | 0,09         | 68,17                   | 39,62      | 9,09       | 0,38       | 3,58    | 0,90 |
|                | Pop2 | -0,01                    | 0,03            | 0,07            | 0,12            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | 0,00         | 1,03                    | 0,37       | 0,14       | 0,00       | 0,04    | 0,83 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,01            | 0,07            | 0,08            | 0,02            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | -0,01        | -40,66                  | -5,37      | -5,42      | -0,05      | -0,68   | 0,40 |
|                | Pop4 | 0,00                     | 0,02            | 0,06            | 0,09            | 0,01            | 0,01            | 0,01            | 0,001        | 0,05         | 53,80                   | 19,56      | 7,17       | 0,19       | 2,05    | 0,83 |
|                | Pop5 | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,12            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | -0,02        | -21,67                  | -5,51      | -2,89      | -0,05      | -0,63   | 0,75 |
|                | Pop6 | 0,00                     | 0,03            | 0,06            | 0,11            | 0,02            | 0,02            | 0,02            | 0,001        | 0,07         | 57,17                   | 31,53      | 7,62       | 0,30       | 2,90    | 0,89 |
| F <sub>6</sub> | Pop1 | 0,00                     | 0,02            | 0,14            | 0,36            | 0,21            | 0,01            | 0,01            | 0,000        | 0,03         | 37,84                   | 5,75       | 2,44       | 0,01       | 0,33    | 0,94 |
|                | Pop2 | 0,01                     | 0,01            | 0,13            | 0,22            | 0,09            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | 0,00         | 9,35                    | 0,53       | 0,60       | 0,00       | 0,03    | 0,84 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,02            | 0,15            | 0,64            | 0,50            | -0,01           | -0,01           | 0,000        | -0,03        | -36,29                  | -4,96      | -2,34      | -0,01      | -0,29   | 0,94 |
|                | Pop4 | 0,00                     | 0,02            | 0,13            | 0,48            | 0,34            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | 0,02         | 17,45                   | 3,05       | 1,13       | 0,01       | 0,17    | 0,95 |
|                | Pop5 | 0,00                     | 0,02            | 0,15            | 0,54            | 0,41            | -0,01           | -0,01           | 0,000        | -0,02        | -33,77                  | -3,95      | -2,18      | -0,01      | -0,24   | 0,93 |
|                | Pop6 | 0,01                     | 0,03            | 0,14            | 0,42            | 0,26            | 0,01            | 0,01            | 0,000        | 0,05         | 44,96                   | 8,75       | 2,89       | 0,02       | 0,49    | 0,96 |

Ger: Geração; Pop: População;  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro de famílias;  $H^2_t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 2. 3 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga (NGE, em unidades) em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Ger            | Pop. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |         | Ac   |
|----------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|---------|------|
|                |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_D$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2_t$ |      |
| F <sub>4</sub> | Pop1 | -1,26                    | 13,48           | 51,65           | 63,22           | 7,62            | 5,20            | 5,20            | 0,990        | 19,06        | 38,57                   | 10,06      | 11,02      | 0,48       | 2,66    | 0,76 |
|                | Pop2 | 5,30                     | 8,21            | 47,69           | 62,05           | 9,22            | -0,16           | -0,16           | -0,031       | -0,59        | -1,96                   | -0,34      | -0,56      | -0,02      | -0,10   | 0,60 |
|                | Pop3 | 4,19                     | 17,13           | 71,60           | 85,59           | 0,95            | 8,85            | 8,85            | 1,686        | 32,46        | 51,69                   | 12,36      | 14,77      | 0,59       | 3,33    | 0,73 |
|                | Pop4 | 0,55                     | 13,25           | 64,31           | 73,59           | 3,95            | 4,79            | 4,79            | 0,912        | 17,55        | 36,13                   | 7,44       | 10,32      | 0,35       | 2,06    | 0,68 |
|                | Pop5 | 2,00                     | 9,47            | 75,17           | 78,70           | 0,62            | 0,91            | 0,91            | 0,173        | 3,32         | 9,57                    | 1,20       | 2,73       | 0,06       | 0,36    | 0,34 |
|                | Pop6 | -1,42                    | 21,29           | 69,28           | 81,72           | 0,40            | 13,46           | 13,46           | 2,564        | 49,36        | 63,22                   | 19,43      | 18,06      | 0,93       | 4,95    | 0,80 |
| F <sub>5</sub> | Pop1 | -1,66                    | 22,87           | 55,82           | 82,21           | 17,06           | 10,98           | 10,98           | 2,941        | 42,36        | 48,01                   | 19,67      | 22,51      | 0,66       | 7,01    | 0,85 |
|                | Pop2 | -4,41                    | 12,14           | 88,10           | 112,06          | 39,02           | -10,65          | -10,65          | -2,854       | -41,10       | -87,75                  | -12,09     | -41,13     | -0,40      | -5,34   | 0,44 |
|                | Pop3 | 0,08                     | 9,47            | 69,98           | 78,07           | 9,47            | -1,46           | -1,46           | -0,390       | -5,62        | -15,37                  | -2,08      | -7,21      | -0,07      | -0,92   | 0,42 |
|                | Pop4 | 0,19                     | 18,59           | 70,21           | 86,69           | 8,25            | 8,04            | 8,04            | 2,155        | 31,03        | 43,26                   | 11,46      | 20,28      | 0,38       | 4,55    | 0,76 |
|                | Pop5 | -0,17                    | 26,15           | 102,61          | 130,28          | 19,63           | 8,21            | 8,21            | 2,199        | 31,66        | 31,38                   | 8,00       | 14,71      | 0,27       | 3,20    | 0,75 |
|                | Pop6 | -4,18                    | 29,50           | 77,62           | 120,40          | 39,14           | 7,84            | 7,84            | 2,099        | 30,22        | 26,56                   | 10,09      | 12,45      | 0,34       | 3,67    | 0,84 |
| F <sub>6</sub> | Pop1 | 6,44                     | 5,91            | 67,52           | 142,30          | 66,90           | 1,43            | 1,43            | 0,049        | 5,64         | 24,30                   | 2,12       | 1,57       | 0,00       | 0,13    | 0,90 |
|                | Pop2 | 1,61                     | 8,48            | 58,27           | 123,18          | 58,73           | 4,57            | 4,57            | 0,157        | 17,97        | 53,90                   | 7,84       | 3,48       | 0,02       | 0,46    | 0,94 |
|                | Pop3 | 2,00                     | 11,77           | 62,47           | 225,28          | 157,97          | 2,83            | 2,83            | 0,097        | 11,14        | 24,05                   | 4,53       | 1,55       | 0,01       | 0,25    | 0,95 |
|                | Pop4 | 2,74                     | 15,54           | 64,45           | 254,04          | 181,46          | 5,39            | 5,39            | 0,185        | 21,19        | 34,68                   | 8,36       | 2,24       | 0,02       | 0,45    | 0,96 |
|                | Pop5 | 2,69                     | 10,27           | 80,68           | 287,98          | 205,98          | -1,37           | -1,37           | -0,047       | -5,41        | -13,38                  | -1,70      | -0,86      | 0,00       | -0,10   | 0,93 |
|                | Pop6 | 7,86                     | 19,07           | 73,00           | 206,54          | 113,51          | 12,17           | 12,17           | 0,419        | 47,87        | 63,81                   | 16,67      | 4,12       | 0,04       | 0,88    | 0,97 |

Ger: Geração; Pop: População;  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro de famílias;  $H^2_t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 2. 4 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga (MGE, em g) em seis populações segregantes de trigo em três gerações distintas. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

| Ger            | Pop. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|----------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|                |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_A$ | $\sigma^2_D$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| F <sub>4</sub> | Pop1 | -0,00                    | 0,03            | 0,06            | 0,08            | 0,01            | 0,02            | 0,02            | 0,003        | 0,09         | 66,22                   | 29,55      | 18,92      | 1,41       | 6,81   | 0,87 |
|                | Pop2 | -0,00                    | 0,02            | 0,04            | 0,07            | 0,03            | 0,00            | 0,002           | 0,000        | 0,01         | 12,74                   | 4,98       | 3,64       | 0,24       | 1,19   | 0,85 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,02            | 0,06            | 0,09            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,001        | 0,03         | 29,31                   | 9,05       | 8,37       | 0,43       | 2,31   | 0,80 |
|                | Pop4 | 0,00                     | 0,02            | 0,07            | 0,08            | 0,01            | 0,01            | 0,01            | 0,001        | 0,03         | 35,51                   | 9,16       | 10,15      | 0,44       | 2,43   | 0,75 |
|                | Pop5 | -0,00                    | 0,01            | 0,06            | 0,06            | 0,00            | 0,00            | 0,002           | 0,000        | 0,01         | 17,83                   | 2,69       | 5,09       | 0,13       | 0,78   | 0,51 |
|                | Pop6 | -0,00                    | 0,02            | 0,07            | 0,08            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,002        | 0,04         | 56,74                   | 14,54      | 16,21      | 0,69       | 3,86   | 0,75 |
| F <sub>5</sub> | Pop1 | -0,00                    | 0,03            | 0,05            | 0,08            | 0,01            | 0,02            | 0,02            | 0,019        | 0,06         | 62,02                   | 31,16      | 124,03     | 4,45       | 44,45  | 0,88 |
|                | Pop2 | -0,00                    | 0,02            | 0,06            | 0,08            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,009        | 0,03         | 38,49                   | 12,84      | 76,98      | 1,83       | 20,64  | 0,82 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,01            | 0,05            | 0,06            | 0,01            | 0,00            | -0,00           | -0,004       | -0,01        | -62,67                  | -6,51      | -125,35    | -0,93      | -12,63 | -    |
|                | Pop4 | -0,00                    | 0,02            | 0,06            | 0,07            | 0,01            | 0,01            | 0,01            | 0,013        | 0,04         | 59,67                   | 21,12      | 119,34     | 3,02       | 33,43  | 0,83 |
|                | Pop5 | -0,00                    | 0,02            | 0,08            | 0,11            | 0,02            | 0,00            | 0,00            | 0,005        | 0,02         | 19,35                   | 4,99       | 38,71      | 0,71       | 8,50   | 0,75 |
|                | Pop6 | 0,00                     | 0,03            | 0,05            | 0,09            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,016        | 0,05         | 51,96                   | 27,79      | 103,93     | 3,97       | 38,80  | 0,89 |
| F <sub>6</sub> | Pop1 | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,23            | 0,13            | 0,01            | 0,01            | 0,008        | 0,03         | 49,65                   | 9,12       | 99,31      | 0,61       | 15,92  | 0,95 |
|                | Pop2 | 0,00                     | 0,00            | 0,08            | 0,15            | 0,07            | 0,00            | 0,00            | 0,000        | 0,00         | 1,15                    | 0,07       | 2,29       | 0,00       | 0,13   | 0,85 |
|                | Pop3 | 0,00                     | 0,01            | 0,09            | 0,42            | 0,33            | -0,01           | -0,01           | -0,008       | -0,03        | -68,54                  | -7,85      | -137,08    | -0,52      | -14,55 | 0,92 |
|                | Pop4 | 0,00                     | 0,01            | 0,08            | 0,29            | 0,20            | 0,00            | 0,00            | 0,001        | 0,01         | 10,37                   | 1,56       | 20,74      | 0,10       | 2,81   | 0,94 |
|                | Pop5 | 0,00                     | 0,01            | 0,08            | 0,34            | 0,26            | -0,01           | -0,01           | -0,006       | -0,02        | -61,20                  | -6,51      | -122,41    | -0,43      | -12,17 | 0,92 |
|                | Pop6 | 0,01                     | 0,02            | 0,09            | 0,29            | 0,19            | 0,01            | 0,01            | 0,006        | 0,02         | 33,78                   | 6,52       | 68,19      | 2,27       | 11,40  | 0,96 |

Ger: Geração; Pop: População;  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro de famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120.

A importância de um indivíduo para uma população baseia-se, prioritariamente, no genótipo. Mas, tão importante quanto o genótipo, é a capacidade de repassar os caracteres de interesse para seus descendentes (CRUZ, CARNEIRO e REGAZZI, 2014). Segundo Fisher (1918), a variância genética pode ser dividida em três componentes, sendo eles a variância do tipo aditiva (devido aos efeitos médios dos genes), sendo a fração herdável da  $\sigma^2_G$ , a variância atribuída aos desvios de dominância (atribuída a interação entre alelos de um mesmo loco) e a variância epistática (relacionada com a interação entre alelos de locos diferentes), onde os dois últimos são de efeito não aditivo (BALDISSERA et al., 2014).

Notou-se valores muitos baixos de  $\sigma^2_A$  para os caracteres CE, ME e MGE (Tabelas 2.1, 2.2 e 2.4). Para o caráter NGE, pôde-se notar valores de  $\sigma^2_A$  um pouco maiores quando comparados com os demais caracteres, no entanto, ainda menores que os encontrados para  $\sigma^2_D$  (Tabela 2.3). Já a  $\sigma^2_D$ , mostrou valores mais altos quando comparados com  $\sigma^2_A$ , indicando possível heterogeneidade entre os alelos responsáveis por estes caracteres. Para CE, as populações 2 e 5 ( $F_5$  e  $F_6$ , respectivamente) (Tabela 2.1), para ME as populações 3 e 5 (nas gerações  $F_5$  e  $F_6$ ) (Tabela 2.2), para NGE as populações 2 e 3 ( $F_5$ ) e a população 5 ( $F_6$ ) (Tabela 2.3) e na MGE, em  $F_5$  a população 3 e as populações 3 e 5 em  $F_6$  (Tabela 2.4), apresentaram valores negativos de  $\sigma^2_A$  e  $\sigma^2_D$ .

O coeficiente de herdabilidade determina a proporção do diferencial de seleção que vai ser transmitido à geração seguinte, possibilitando a seleção de genótipos mais promissores para os caracteres desejados (LEITE et al., 2015). Esse coeficiente pode variar de 0 a 1, sendo valores maiores que 0,5 (alta herdabilidade); valores entre 0,2 e 0,5 (herdabilidade média) e menores que 0,2 (herdabilidade baixa) (SILVEIRA, MAURO e CENTURION, 2006). Para  $h^2_{Ae}$ , na geração  $F_4$ , a população 6, apresentou herdabilidade com valor acima de 0,5 (50%) para os quatro caracteres. Ainda na geração  $F_4$ , a população 1 apresentou  $h^2_{Ae}$  maiores que 0,5 para os caracteres ME e MGE, e a população 3 para NGE.

Para a geração  $F_5$ , somente as populações 2 e 4 não apresentaram valores acima de 0,5 para o caráter CE e para os caracteres ME e MGE as populações 1, 4 e 6 foram classificadas como de alta herdabilidade (SILVEIRA, MAURO e CENTURION, 2006). A geração  $F_6$ , apresentou altas herdabilidades apenas para os caracteres CE e NGE (1, 2, 3 e 6; 2, respectivamente). A população 2 para o caráter NGE ( $F_4$ ), na

geração F<sub>5</sub>, a população 2 para CE, as populações 2 e 5 para ME, para NGE as populações 2 e 3 e para MGE a população 3, na geração F<sub>6</sub>, população 5 para os caracteres CE e NGE e populações 3 e 5 para ME e MGE, apresentaram valores negativos de herdabilidade (Tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4).

Herdabilidades negativas podem ocorrer devido a uma superestimação da variância ambiental, uma vez que a variância genética é obtida pela diferença entre a variância fenotípica e ambiental (FALCONER, 1987). Alguns autores indicam que a variância genética nesses casos é nula, o que não significa falta de variabilidade genética no controle de um dado caráter. Se o ambiente não proporcionar a expressão da variabilidade genética existente nos genes que controlam o caráter, ocorrerá uma falsa impressão de que a população é geneticamente uniforme para esse caráter (ROBINSON, COMSTOCK e HARVEY, 1955; COOPER et al., 2013).

Para o parâmetro  $h^2_{re}$  a maioria das populações apresentaram coeficientes classificados como baixos (menor que 0,2 ou 20%), com exceção, na geração F<sub>4</sub> da população 2 para o caráter CE (Tabela 2.1), as populações 1 e 6 para ME (Tabela 2.2), para NGE, na geração F<sub>5</sub>, as populações 1 e 4 (Tabela 2.3), que foram classificadas como de herdabilidade média. Para o caráter MGE (Tabela 2.4), a população 2 (F<sub>5</sub>) e as populações 1 e 6 da geração F<sub>6</sub> apresentaram  $h^2_{re}$  classificadas como altas. Já as populações 1, 4 e 6 (F<sub>5</sub>) revelaram  $h^2_{re}$  com valores maiores que 100%. Estes altos valores de herdabilidade podem ocorrer em caracteres que apresentam uma pequena  $\sigma^2_A$ , desde que a influência do ambiente sobre o caráter também seja pequena (FALCONER e MACKAY, 1996). É necessária precaução, pois é normal a ocorrência de erros associados a estimativas de herdabilidade e outros componentes da variância genética, uma vez que são dependentes da amostragem, diferenças na população e diferenças ambientais (solo, declividade, presença de plantas daninhas entre outros) (ROSSMANN, 2001).

Comparando-se as herdabilidades (sentido amplo e restrito) entre e dentro de famílias, verificou-se que, para todas as populações em todos os caracteres avaliados, predominou a superioridade da herdabilidade entre famílias (Tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4), indicando que a seleção com base nas médias das famílias deverá ser mais eficiente que a seleção dentro de famílias. Herdabilidades de baixa magnitude dentro de populações podem ser interpretadas como informação adicional às herdabilidades entre populações (PIMENTEL et al., 2014).

A acurácia é um parâmetro apropriado para avaliação da precisão experimental e na análise de competição de genótipos, e leva em consideração o nível de variação genotípica do caráter (RESENDE e DUARTE, 2007). Na geração F<sub>4</sub>, as populações 3 e 5 para CE e ME, as populações 2, 4 e 5 para NGE e para MGE a população 5, na F<sub>5</sub>, a população 3 e as populações 2 e 3 (ME e NGE, respectivamente) apresentaram valor de acurácia abaixo de 0,70 (70%), considerados por Resende (2007), como apropriado para realizar a seleção fenotípica de forma eficaz. Apenas para a população 3 no caráter MGE, na F<sub>5</sub>, não pode ser calculada a acurácia, pois tal parâmetro não depende apenas da magnitude da variação residual e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação (REZENDE e DUARTE, 2007).

Na geração F<sub>6</sub> foi realizada uma divisão das 60 espigas avaliadas por população em seis subamostras de nove espigas, com o intuito de verificar se os componentes de variância, parâmetros genéticos e a acurácia se modificariam.

Nas tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12 estão apresentadas as estimativas de variâncias de blocos, variância fenotípica entre e dentro de famílias, variância fenotípica total, variância ambiental entre famílias, variância genotípica entre e dentro de famílias, variância de aditividade, variância de dominância, herdabilidade com sentido amplo entre e dentro de famílias, herdabilidade com sentido restrito entre e dentro de famílias, herdabilidade total e Acurácia de quatro caracteres agrônômicos em seis populações segregantes de trigo, em suas seis subamostras.

Para variância de bloco apenas a população 1 não apresentou nenhum valor negativo para os caracteres avaliados em suas seis subamostras. As demais populações apresentaram alguns valores negativos, o que indica um maior quadrado médio entre as famílias e um menor entre os blocos (Tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12). A maioria dos valores encontrados foram menores que 0,05, o que indica boa homogeneidade entre os blocos avaliados. Uma estimativa de até 0,10 seria o ideal visando maior confiabilidade dos parâmetros genéticos (RESENDE, 2007). Para o caráter NGE, todos os valores de variância obtidos foram maiores que 0,10. Isto ocorreu devido a maior amplitude de valores encontrados para este caráter nas populações avaliadas.

Tabela 2. 5 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 1 | 1    | 0,14                     | 0,20            | 0,73            | 1,14            | 0,23            | 0,04            | 0,04            | 0,17         | 0,001        | 21,50                   | 5,91       | 1,48       | 0,01       | 0,31   | 0,77 |
|             | 2    | 0,12                     | 0,24            | 0,74            | 1,06            | 0,06            | 0,14            | 0,14            | 0,56         | 0,005        | 58,06                   | 19,09      | 4,00       | 0,04       | 0,96   | 0,81 |
|             | 3    | 0,02                     | 0,27            | 0,89            | 1,20            | 0,19            | 0,10            | 0,10            | 0,40         | 0,004        | 38,64                   | 11,50      | 2,66       | 0,02       | 0,59   | 0,79 |
|             | 4    | 0,04                     | 0,17            | 0,89            | 1,18            | 0,27            | -0,02           | -0,02           | -0,09        | -0,001       | -13,20                  | -2,46      | -0,91      | -0,01      | -0,14  | 0,64 |
|             | 5    | 0,19                     | 0,36            | 0,83            | 1,44            | 0,22            | 0,20            | 0,20            | 0,78         | 0,007        | 54,49                   | 23,84      | 3,75       | 0,05       | 1,11   | 0,86 |
|             | 6    | 0,03                     | 0,23            | 0,87            | 1,12            | 0,13            | 0,09            | 0,09            | 0,35         | 0,003        | 38,61                   | 10,14      | 2,66       | 0,02       | 0,54   | 0,76 |
| População 2 | 1    | 0,03                     | 0,19            | 0,77            | 0,83            | -0,12           | 0,14            | 0,14            | 0,57         | 0,005        | 75,91                   | 18,58      | 5,22       | 0,04       | 1,00   | 0,74 |
|             | 2    | -0,02                    | 0,28            | 0,57            | 0,87            | 0,16            | 0,16            | 0,16            | 0,62         | 0,005        | 57,54                   | 27,97      | 3,96       | 0,06       | 1,25   | 0,88 |
|             | 3    | -0,01                    | 0,33            | 0,59            | 0,85            | 0,02            | 0,26            | 0,26            | 1,01         | 0,009        | 78,38                   | 43,77      | 5,39       | 0,09       | 1,87   | 0,89 |
|             | 4    | 0,06                     | 0,25            | 0,54            | 0,87            | 0,11            | 0,15            | 0,15            | 0,59         | 0,005        | 60,24                   | 27,46      | 4,15       | 0,06       | 1,26   | 0,87 |
|             | 5    | -0,03                    | 0,32            | 0,73            | 1,02            | 0,12            | 0,20            | 0,20            | 0,78         | 0,007        | 61,90                   | 27,17      | 4,26       | 0,06       | 1,26   | 0,86 |
|             | 6    | 0,03                     | 0,22            | 0,63            | 0,93            | 0,18            | 0,09            | 0,09            | 0,36         | 0,003        | 40,80                   | 14,34      | 2,81       | 0,03       | 0,71   | 0,83 |
| População 3 | 1    | 0,01                     | 0,28            | 0,64            | 1,03            | 0,25            | 0,13            | 0,13            | 0,49         | 0,004        | 44,86                   | 19,63      | 3,09       | 0,04       | 0,91   | 0,86 |
|             | 2    | 0,01                     | 0,16            | 0,63            | 0,79            | 0,09            | 0,06            | 0,06            | 0,24         | 0,002        | 37,39                   | 9,50       | 2,57       | 0,02       | 0,51   | 0,75 |
|             | 3    | -0,01                    | 0,20            | 0,64            | 0,92            | 0,25            | 0,05            | 0,05            | 0,19         | 0,002        | 24,43                   | 7,71       | 1,68       | 0,02       | 0,39   | 0,80 |
|             | 4    | 0,01                     | 0,20            | 0,57            | 0,84            | 0,18            | 0,07            | 0,07            | 0,29         | 0,003        | 37,38                   | 12,95      | 2,57       | 0,03       | 0,64   | 0,82 |
|             | 5    | -0,01                    | 0,17            | 0,83            | 0,98            | 0,12            | 0,04            | 0,04            | 0,16         | 0,001        | 23,28                   | 4,77       | 1,60       | 0,01       | 0,26   | 0,68 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,18            | 0,87            | 1,01            | 0,09            | 0,06            | 0,06            | 0,22         | 0,002        | 31,03                   | 6,51       | 2,14       | 0,01       | 0,36   | 0,69 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino.

Tabela 2. 6 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter comprimento de espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 4 | 1    | -0,02                    | 0,38            | 0,74            | 1,43            | 0,61            | 0,09            | 0,09            | 0,37         | 0,003        | 24,78                   | 12,68      | 1,71       | 0,03       | 0,56   | 0,88 |
|             | 2    | -0,01                    | 0,37            | 0,79            | 1,38            | 0,49            | 0,12            | 0,12            | 0,46         | 0,004        | 31,83                   | 14,76      | 2,19       | 0,03       | 0,67   | 0,87 |
|             | 3    | -0,02                    | 0,33            | 0,81            | 1,31            | 0,43            | 0,10            | 0,10            | 0,38         | 0,003        | 29,69                   | 12,12      | 2,04       | 0,03       | 0,57   | 0,85 |
|             | 4    | -0,02                    | 0,41            | 0,79            | 1,42            | 0,49            | 0,16            | 0,16            | 0,63         | 0,006        | 39,05                   | 20,53      | 2,69       | 0,04       | 0,90   | 0,89 |
|             | 5    | 0,01                     | 0,43            | 0,84            | 1,51            | 0,47            | 0,18            | 0,18            | 0,71         | 0,006        | 41,71                   | 21,38      | 2,87       | 0,05       | 0,94   | 0,89 |
|             | 6    | -0,01                    | 0,40            | 0,89            | 1,44            | 0,39            | 0,17            | 0,17            | 0,68         | 0,006        | 43,07                   | 19,36      | 2,96       | 0,04       | 0,89   | 0,87 |
| População 5 | 1    | 0,02                     | 0,19            | 0,87            | 1,07            | 0,14            | 0,04            | 0,04            | 0,17         | 0,002        | 23,31                   | 5,04       | 1,60       | 0,01       | 0,28   | 0,70 |
|             | 2    | -0,02                    | 0,14            | 0,88            | 1,16            | 0,40            | -0,09           | -0,09           | -0,36        | -0,003       | -64,79                  | -10,34     | -4,46      | -0,02      | -0,59  | 0,55 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,22            | 0,83            | 1,08            | 0,18            | 0,07            | 0,07            | 0,27         | 0,002        | 30,97                   | 8,27       | 2,13       | 0,02       | 0,44   | 0,76 |
|             | 4    | -0,05                    | 0,18            | 0,90            | 1,22            | 0,43            | -0,06           | -0,06           | -0,24        | -0,002       | -32,78                  | -6,70      | -2,26      | -0,01      | -0,37  | 0,68 |
|             | 5    | 0,02                     | 0,29            | 0,74            | 1,13            | 0,25            | 0,12            | 0,12            | 0,48         | 0,004        | 42,53                   | 16,40      | 2,93       | 0,04       | 0,79   | 0,84 |
|             | 6    | 0,01                     | 0,27            | 1,00            | 1,22            | 0,09            | 0,12            | 0,12            | 0,45         | 0,004        | 41,89                   | 11,54      | 2,88       | 0,02       | 0,60   | 0,74 |
| População 6 | 1    | 0,01                     | 0,46            | 1,01            | 1,46            | 0,14            | 0,30            | 0,30            | 1,18         | 0,010        | 65,25                   | 29,86      | 4,49       | 0,06       | 1,37   | 0,87 |
|             | 2    | 0,03                     | 0,38            | 0,89            | 1,20            | 0,00            | 0,28            | 0,28            | 1,09         | 0,009        | 73,36                   | 30,98      | 5,05       | 0,07       | 1,45   | 0,86 |
|             | 3    | -0,02                    | 0,19            | 0,71            | 0,90            | 0,15            | 0,07            | 0,07            | 0,26         | 0,002        | 34,53                   | 9,50       | 2,38       | 0,02       | 0,50   | 0,77 |
|             | 4    | 0,10                     | 0,32            | 0,78            | 1,21            | 0,15            | 0,18            | 0,18            | 0,71         | 0,006        | 56,91                   | 23,15      | 3,92       | 0,05       | 1,10   | 0,85 |
|             | 5    | -0,02                    | 0,41            | 0,84            | 1,17            | 0,05            | 0,30            | 0,30            | 1,16         | 0,010        | 72,76                   | 35,30      | 5,01       | 0,08       | 1,58   | 0,88 |
|             | 6    | -0,03                    | 0,42            | 0,74            | 1,13            | 0,12            | 0,30            | 0,30            | 1,17         | 0,010        | 70,56                   | 39,97      | 4,86       | 0,09       | 1,70   | 0,90 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes e População 6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 2. 7 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 1 | 1    | 0,00                     | 0,03            | 0,12            | 0,18            | 0,06            | -0,01           | -0,01           | -0,03        | 0,000        | -24,18                  | -5,38      | -1,66      | -0,01      | -0,29  | 0,71 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,02            | 0,13            | 0,17            | 0,06            | -0,01           | -0,01           | -0,05        | 0,000        | -61,93                  | -9,82      | -4,26      | -0,02      | -0,56  | 0,55 |
|             | 3    | 0,01                     | 0,03            | 0,13            | 0,18            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,03         | 0,000        | 24,15                   | 5,26       | 1,66       | 0,01       | 0,29   | 0,70 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,05            | 0,12            | 0,17            | 0,03            | 0,02            | 0,02            | 0,08         | 0,001        | 46,35                   | 18,03      | 3,19       | 0,04       | 0,87   | 0,85 |
|             | 5    | 0,02                     | 0,03            | 0,10            | 0,16            | 0,04            | 0,01            | 0,01            | 0,02         | 0,000        | 18,14                   | 5,43       | 1,25       | 0,01       | 0,28   | 0,79 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,04            | 0,14            | 0,20            | 0,05            | 0,01            | 0,01            | 0,04         | 0,000        | 26,03                   | 7,63       | 1,79       | 0,02       | 0,39   | 0,79 |
| População 2 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,13            | 0,13            | -0,02           | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 64,24                   | 9,80       | 4,42       | 0,02       | 0,57   | 0,52 |
|             | 2    | -0,01                    | 0,02            | 0,10            | 0,13            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -19,00                  | -3,36      | -1,31      | -0,01      | -0,19  | 0,61 |
|             | 3    | 0,01                     | 0,03            | 0,12            | 0,15            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 45,91                   | 10,46      | 3,16       | 0,02       | 0,57   | 0,72 |
|             | 4    | 0,03                     | 0,01            | 0,15            | 0,14            | -0,03           | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | 1,55                    | 0,06       | 0,11       | 0,00       | 0,00   | -    |
|             | 5    | -0,01                    | 0,02            | 0,14            | 0,16            | 0,03            | -0,01           | -0,01           | -0,02        | 0,000        | -32,87                  | -4,47      | -2,26      | -0,01      | -0,26  | 0,43 |
|             | 6    | 0,02                     | 0,02            | 0,12            | 0,17            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -58,02                  | -8,19      | -3,99      | -0,02      | -0,48  | 0,46 |
| População 3 | 1    | 0,00                     | 0,04            | 0,15            | 0,22            | 0,07            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 7,23                    | 2,10       | 0,50       | 0,00       | 0,11   | 0,79 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,04            | 0,14            | 0,20            | 0,06            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 5,75                    | 1,62       | 0,40       | 0,00       | 0,08   | 0,78 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,04            | 0,15            | 0,22            | 0,08            | 0,00            | 0,00            | -0,02        | 0,000        | -11,69                  | -2,97      | -0,80      | -0,01      | -0,16  | 0,75 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,03            | 0,14            | 0,22            | 0,09            | -0,01           | -0,01           | -0,05        | 0,000        | -36,31                  | -8,85      | -2,50      | -0,02      | -0,47  | 0,74 |
|             | 5    | 0,01                     | 0,03            | 0,15            | 0,20            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -6,91                   | -1,36      | -0,48      | 0,00       | -0,08  | 0,66 |
|             | 6    | 0,02                     | 0,02            | 0,19            | 0,24            | 0,05            | -0,01           | -0,01           | -0,05        | 0,000        | -55,01                  | -7,06      | -3,79      | -0,02      | -0,42  | 0,37 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino.

Tabela 2. 8 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 4 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,14            | 0,18            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | -0,02        | 0,000        | -16,52                  | -2,87      | -1,14      | -0,01      | -0,16  | 0,60 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,03            | 0,13            | 0,17            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 8,57                    | 2,18       | 0,59       | 0,00       | 0,12   | 0,75 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,03            | 0,12            | 0,17            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | -0,02        | 0,000        | -19,15                  | -3,92      | -1,32      | -0,01      | -0,22  | 0,68 |
|             | 4    | 0,01                     | 0,04            | 0,14            | 0,21            | 0,06            | 0,01            | 0,01            | 0,02         | 0,000        | 15,04                   | 4,65       | 1,03       | 0,01       | 0,24   | 0,80 |
|             | 5    | 0,01                     | 0,04            | 0,14            | 0,20            | 0,04            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 30,56                   | 8,71       | 2,10       | 0,02       | 0,45   | 0,78 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,04            | 0,14            | 0,20            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 8,78                    | 2,27       | 0,60       | 0,00       | 0,12   | 0,76 |
| População 5 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,12            | 0,16            | 0,05            | -0,01           | -0,01           | -0,02        | 0,000        | -21,71                  | -4,33      | -1,49      | -0,01      | -0,24  | 0,67 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,04            | 0,15            | 0,22            | 0,08            | -0,01           | -0,01           | -0,02        | 0,000        | -16,75                  | -3,99      | -1,15      | -0,01      | -0,21  | 0,73 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,03            | 0,16            | 0,20            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | 0,02         | 0,000        | 13,29                   | 2,80       | 0,91       | 0,01       | 0,15   | 0,69 |
|             | 4    | -0,01                    | 0,03            | 0,12            | 0,20            | 0,09            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -33,23                  | -8,92      | -2,29      | -0,02      | -0,47  | 0,77 |
|             | 5    | 0,00                     | 0,04            | 0,13            | 0,19            | 0,06            | 0,01            | 0,01            | 0,04         | 0,000        | 22,16                   | 7,23       | 1,53       | 0,02       | 0,36   | 0,81 |
|             | 6    | -0,01                    | 0,03            | 0,16            | 0,20            | 0,06            | -0,02           | -0,02           | -0,07        | -0,001       | -66,96                  | -10,29     | -4,61      | -0,02      | -0,59  | 0,43 |
| População 6 | 1    | 0,03                     | 0,04            | 0,15            | 0,24            | 0,04            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 30,70                   | 9,03       | 2,11       | 0,02       | 0,46   | 0,79 |
|             | 2    | 0,01                     | 0,05            | 0,13            | 0,19            | 0,02            | 0,03            | 0,03            | 0,11         | 0,001        | 57,16                   | 22,12      | 3,93       | 0,05       | 1,06   | 0,84 |
|             | 3    | 0,02                     | 0,03            | 0,14            | 0,20            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -5,75                   | -1,24      | -0,40      | 0,00       | -0,07  | 0,70 |
|             | 4    | 0,01                     | 0,03            | 0,20            | 0,21            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,04         | 0,000        | 35,33                   | 5,77       | 2,43       | 0,01       | 0,33   | 0,57 |
|             | 5    | 0,00                     | 0,04            | 0,11            | 0,18            | 0,05            | 0,01            | 0,01            | 0,04         | 0,000        | 27,73                   | 10,12      | 1,91       | 0,02       | 0,49   | 0,83 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,05            | 0,15            | 0,22            | 0,05            | 0,02            | 0,02            | 0,07         | 0,001        | 36,64                   | 12,15      | 2,52       | 0,03       | 0,61   | 0,82 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes e População 6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Para o componente de variância fenotípica, pôde-se notar que, todas as populações e suas subamostras apresentaram valores positivos para  $\sigma^2_{Fe}$ ,  $\sigma^2_{Fd}$  e  $\sigma^2_{Ft}$  (Tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12). Além disso, nota-se ainda, que mesmo com a divisão da população em subamostras, todas as populações apresentaram maiores  $\sigma^2_{Fd}$  do que  $\sigma^2_{Fe}$  famílias, conforme mostrado para nas tabelas (2.1, 2.2, 2.3 e 2.4). Para  $\sigma^2_{Ee}$  apenas a população 2 apresentou algumas subamostras com valores negativos nos quatro caracteres avaliados, e a população 6 apresentou a subamostra 4 com valores negativos para os caracteres ME e NGE. As demais populações apresentaram valores positivos de  $\sigma^2_{Ee}$  (Tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12).

Para  $\sigma^2_{Ge}$ , o caráter CE, apenas na população 5, as subamostras 2 e 4 apresentaram valor negativo. Em contrapartida, para o caráter ME, todas as populações apresentaram valores negativos em pelo menos uma de suas subamostras. As populações 2 e 6 apresentaram valores positivos para todas as subamostras no caráter NGE, e para o caráter MGE, a população 3, em todas as subamostras, apresentaram valores negativos, enquanto que, a população 6, somente uma subamostra obteve valor negativo (Tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12).

Nas tabelas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12, notou-se valores muitos baixos, e em alguns caracteres como ME e MGE até nulos para a  $\sigma^2_A$ , o que indica na prática que o ganho genético com a seleção para esse caráter será provavelmente mais demorado devido à baixa variabilidade da população (ARAÚJO et al., 2014). Já a  $\sigma^2_D$ , revelou valores mais altos quando comparados com  $\sigma^2_A$ , indicando possível, heterogeneidade entre os alelos responsáveis por estes caracteres.

A herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias ambientais às quais os indivíduos estão sujeitos (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Sempre que houver qualquer modificação em um dos componentes de variância fenotípica, o valor da herdabilidade também é afetado (FALCONER, 1987). Para  $h^2_{Ae}$ , as populações 2 e 6 apresentaram para os quatros caracteres avaliados pelo menos uma subamostra com valor acima de 0,5 (50%), e a população 1, apenas apresentou alta herdabilidade para os caracteres CE e MGE. As  $h^2_r$  e a  $H^2_t$  revelaram coeficientes muito baixos. Esses baixos valores sugerem que não há condições favoráveis para a seleção de plantas individuais (PIMENTEL et al.,

2014). A herdabilidade entre as subamostras dentro das populações foi mais expressiva (de maior magnitude) quando comparada com a herdabilidade dentro das subamostras das populações. Esta informação foi verificada tanto nas  $h^2_A$  e  $h^2_r$ .

Para o parâmetro acurácia, foi notado diminuição da precisão experimental, quando comparada com os valores da geração  $F_6$  nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4. Isto ocorreu, pois, a acurácia depende da proporção entre a variação residual média e a variação genotípica, sendo que a variação residual média depende do número de repetições (RESENDE e DUARTE, 2007), logo, quando diminuí-se o número de repetições, por consequência reduziu-se também a precisão experimental. Para o caráter CE, apenas as populações 2 e 5 apresentaram alguma subamostra com valor abaixo de 0,70 (70%). Para os demais caracteres, em todas as populações pelo menos uma subamostra apresentou valor menor que 0,70. A população 2, na subamostra 4, para os caracteres ME e MGE, não foi possível calcular a acurácia (Tabela 2.7, 2.8, 2.11 e 2.12).

De maneira geral, observou-se que para a maioria dos componentes e os parâmetros não houve modificações quando a população é dividida em subamostras, com exceção da redução da herdabilidade no sentido restrito e na acurácia. Os demais componentes e parâmetros mantiveram a mesma tendência observada quando foi considerada a população, sem as subamostras.

A obtenção de estimativas de componentes de variância e de parâmetros genéticos é primordial no melhoramento de plantas, por permitir a identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, assim como, avaliar a eficiência de diferentes estratégias de seleção, visando a obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética nas populações (CÂMARA et al., 2007). Não entanto, não é simples e fácil a tarefa de selecionar famílias superiores, pois a maioria dos caracteres de interesse dos melhoristas são de herança quantitativa, apresentando um comportamento complexo, por serem influenciados pelo ambiente, além de estarem inter-relacionados de tal forma que a seleção de um caráter provoca modificações em outros caracteres (ARAÚJO et al., 2014).

Tabela 2. 9 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |         | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|---------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2_t$ |      |
| População 1 | 1    | 4,06                     | 9,83            | 50,64           | 73,28           | 21,56           | -2,98           | -2,98           | -11,74       | -0,103       | -30,36                  | -5,89      | -2,09      | -0,01      | -0,33   | 0,65 |
|             | 2    | 7,16                     | 7,66            | 56,54           | 76,98           | 17,85           | -4,58           | -4,58           | -18,00       | -0,157       | -59,77                  | -8,09      | -4,11      | -0,02      | -0,48   | 0,42 |
|             | 3    | 12,48                    | 12,81           | 57,26           | 78,95           | 4,14            | 5,06            | 5,06            | 19,92        | 0,174        | 39,54                   | 8,84       | 2,72       | 0,02       | 0,48    | 0,71 |
|             | 4    | -0,24                    | 14,73           | 48,96           | 68,09           | 15,13           | 4,25            | 4,25            | 16,70        | 0,146        | 28,83                   | 8,67       | 1,98       | 0,02       | 0,44    | 0,66 |
|             | 5    | 11,00                    | 10,57           | 53,16           | 73,71           | 7,33            | 2,22            | 2,22            | 8,72         | 0,076        | 20,97                   | 4,17       | 1,44       | 0,01       | 0,23    | 0,66 |
|             | 6    | 5,14                     | 15,68           | 51,76           | 77,49           | 16,00           | 4,59            | 4,59            | 18,06        | 0,158        | 29,29                   | 8,87       | 2,02       | 0,02       | 0,45    | 0,80 |
| População 2 | 1    | 6,01                     | 15,47           | 64,24           | 74,73           | -5,79           | 10,27           | 10,27           | 40,38        | 0,353        | 66,35                   | 15,98      | 4,57       | 0,03       | 0,86    | 0,73 |
|             | 2    | 0,41                     | 21,45           | 50,38           | 87,17           | 30,80           | 5,59            | 5,59            | 21,97        | 0,192        | 26,04                   | 11,09      | 1,79       | 0,02       | 0,52    | 0,86 |
|             | 3    | 1,74                     | 15,77           | 48,66           | 66,09           | 7,99            | 7,70            | 7,70            | 30,28        | 0,265        | 48,82                   | 15,82      | 3,36       | 0,03       | 0,80    | 0,81 |
|             | 4    | 7,81                     | 8,44            | 69,57           | 76,49           | -2,40           | 1,51            | 1,51            | 5,96         | 0,052        | 17,93                   | 2,18       | 1,23       | 0,00       | 0,13    | 0,29 |
|             | 5    | -2,17                    | 12,66           | 51,50           | 64,99           | 13,08           | 2,58            | 2,58            | 10,16        | 0,089        | 20,39                   | 5,01       | 1,40       | 0,01       | 0,27    | 0,74 |
|             | 6    | 4,73                     | 10,58           | 51,67           | 66,31           | 7,61            | 2,31            | 2,31            | 9,08         | 0,079        | 21,81                   | 4,47       | 1,50       | 0,01       | 0,25    | 0,68 |
| População 3 | 1    | 0,49                     | 27,24           | 60,76           | 99,60           | 26,80           | 11,56           | 11,56           | 45,45        | 0,398        | 42,42                   | 19,02      | 2,92       | 0,04       | 0,88    | 0,87 |
|             | 2    | -1,74                    | 13,36           | 56,80           | 77,67           | 23,35           | -0,74           | -0,74           | -2,89        | -0,025       | -5,50                   | -1,29      | -0,38      | 0,00       | -0,07   | 0,73 |
|             | 3    | 2,42                     | 17,00           | 62,06           | 86,38           | 17,70           | 4,21            | 4,21            | 16,56        | 0,145        | 24,76                   | 6,79       | 1,70       | 0,01       | 0,36    | 0,77 |
|             | 4    | 3,55                     | 12,22           | 63,44           | 87,34           | 22,76           | -2,42           | -2,42           | -9,50        | -0,083       | -19,77                  | -3,81      | -1,36      | -0,01      | -0,21   | 0,65 |
|             | 5    | 4,30                     | 21,47           | 57,33           | 93,26           | 24,79           | 6,83            | 6,83            | 26,87        | 0,235        | 31,83                   | 11,92      | 2,19       | 0,03       | 0,58    | 0,84 |
|             | 6    | 7,99                     | 14,55           | 70,04           | 88,89           | 6,14            | 4,72            | 4,72            | 18,58        | 0,163        | 32,46                   | 6,74       | 2,23       | 0,01       | 0,37    | 0,68 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2_t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino.

Tabela 2. 10 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter número de grãos da espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 4 | 1    | 2,13                     | 13,30           | 65,07           | 89,82           | 24,82           | -2,21           | -2,21           | -8,67        | -0,076       | -16,58                  | -3,39      | -1,14      | -0,01      | -0,19  | 0,68 |
|             | 2    | -1,61                    | 15,09           | 72,56           | 93,28           | 22,95           | -0,63           | -0,63           | -2,46        | -0,022       | -4,15                   | -0,86      | -0,29      | 0,00       | -0,05  | 0,68 |
|             | 3    | 0,38                     | 22,85           | 54,87           | 92,73           | 31,08           | 6,39            | 6,39            | 25,15        | 0,220        | 27,98                   | 11,65      | 1,93       | 0,03       | 0,55   | 0,86 |
|             | 4    | 8,91                     | 25,12           | 65,30           | 105,10          | 19,53           | 11,35           | 11,35           | 44,66        | 0,391        | 45,19                   | 17,39      | 3,11       | 0,04       | 0,84   | 0,84 |
|             | 5    | 5,17                     | 23,13           | 68,85           | 105,38          | 23,83           | 7,53            | 7,53            | 29,62        | 0,259        | 32,57                   | 10,94      | 2,24       | 0,02       | 0,55   | 0,82 |
|             | 6    | 4,24                     | 24,73           | 69,95           | 111,49          | 30,51           | 6,79            | 6,79            | 26,71        | 0,234        | 27,46                   | 9,71       | 1,89       | 0,02       | 0,48   | 0,83 |
| População 5 | 1    | 2,58                     | 22,92           | 58,89           | 93,07           | 22,84           | 8,76            | 8,76            | 34,44        | 0,301        | 38,22                   | 14,87      | 2,63       | 0,03       | 0,71   | 0,85 |
|             | 2    | 0,87                     | 22,28           | 73,13           | 107,65          | 29,26           | 4,40            | 4,40            | 17,30        | 0,151        | 19,74                   | 6,01       | 1,36       | 0,01       | 0,31   | 0,80 |
|             | 3    | 0,79                     | 12,84           | 93,32           | 110,10          | 20,28           | -4,29           | -4,29           | -16,87       | -0,148       | -33,40                  | -4,60      | -2,30      | -0,01      | -0,27  | 0,44 |
|             | 4    | 5,14                     | 15,59           | 75,36           | 114,68          | 40,45           | -6,27           | -6,27           | -24,67       | -0,216       | -40,25                  | -8,32      | -2,77      | -0,02      | -0,46  | 0,68 |
|             | 5    | -1,55                    | 24,44           | 78,90           | 117,11          | 36,13           | 3,63            | 3,63            | 14,28        | 0,125        | 14,86                   | 4,60       | 1,02       | 0,01       | 0,23   | 0,80 |
|             | 6    | 3,87                     | 12,55           | 97,66           | 116,08          | 22,72           | -8,18           | -8,18           | -32,18       | -0,281       | -65,20                  | -8,38      | -4,49      | -0,02      | -0,49  | 0,16 |
| População 6 | 1    | 11,25                    | 35,94           | 69,39           | 119,85          | 16,47           | 22,74           | 22,74           | 89,43        | 0,782        | 63,27                   | 32,77      | 4,35       | 0,07       | 1,44   | 0,89 |
|             | 2    | 0,53                     | 24,96           | 68,08           | 102,26          | 24,38           | 9,27            | 9,27            | 36,46        | 0,319        | 37,14                   | 13,61      | 2,56       | 0,03       | 0,66   | 0,83 |
|             | 3    | 6,35                     | 14,54           | 69,92           | 94,94           | 17,84           | 0,82            | 0,82            | 3,24         | 0,028        | 5,66                    | 1,18       | 0,39       | 0,00       | 0,06   | 0,68 |
|             | 4    | 9,25                     | 14,62           | 96,99           | 109,11          | -1,46           | 4,33            | 4,33            | 17,02        | 0,149        | 29,61                   | 4,46       | 2,04       | 0,01       | 0,26   | 0,51 |
|             | 5    | 15,63                    | 33,49           | 44,71           | 106,81          | 26,92           | 19,55           | 19,55           | 76,91        | 0,673        | 58,38                   | 43,73      | 4,02       | 0,09       | 1,67   | 0,92 |
|             | 6    | 1,10                     | 32,04           | 78,58           | 106,42          | 5,14            | 21,60           | 21,60           | 84,96        | 0,743        | 67,41                   | 27,49      | 4,64       | 0,06       | 1,30   | 0,85 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes e População 6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 2. 11 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga em trigo para as populações 1, 2 e 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 1 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,12            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -7,70                   | -1,97      | -0,53      | 0,00       | -0,10  | 0,75 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,01            | 0,08            | 0,12            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,03        | 0,000        | -53,37                  | -8,89      | -3,67      | -0,02      | -0,51  | 0,58 |
|             | 3    | 0,01                     | 0,02            | 0,09            | 0,12            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 52,26                   | 14,14      | 3,60       | 0,03       | 0,74   | 0,77 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,03            | 0,07            | 0,10            | 0,03            | 0,01            | 0,01            | 0,06         | 0,000        | 47,14                   | 21,95      | 3,24       | 0,05       | 1,00   | 0,81 |
|             | 5    | 0,01                     | 0,02            | 0,07            | 0,11            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,03         | 0,000        | 30,59                   | 9,76       | 2,10       | 0,02       | 0,49   | 0,81 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,03            | 0,09            | 0,12            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,04         | 0,000        | 38,55                   | 12,33      | 2,65       | 0,03       | 0,62   | 0,81 |
| População 2 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,08            | -0,01           | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 70,69                   | 14,10      | 4,87       | 0,03       | 0,78   | 0,67 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,02            | 0,07            | 0,08            | 0,02            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 17,15                   | 4,31       | 1,18       | 0,01       | 0,23   | 0,75 |
|             | 3    | 0,01                     | 0,02            | 0,09            | 0,11            | 0,00            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 51,18                   | 13,59      | 3,52       | 0,03       | 0,72   | 0,76 |
|             | 4    | 0,02                     | 0,00            | 0,09            | 0,09            | -0,01           | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -84,57                  | -2,68      | -5,82      | -0,01      | -0,17  | -    |
|             | 5    | 0,00                     | 0,01            | 0,09            | 0,11            | 0,02            | -0,01           | -0,01           | -0,03        | 0,000        | -54,96                  | -6,81      | -3,78      | -0,01      | -0,40  | 0,32 |
|             | 6    | 0,01                     | 0,01            | 0,07            | 0,10            | 0,03            | -0,01           | -0,01           | -0,03        | 0,000        | -84,10                  | -10,74     | -5,79      | -0,02      | -0,63  | 0,36 |
| População 3 | 1    | 0,00                     | 0,03            | 0,10            | 0,14            | 0,05            | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | -0,15                   | -0,04      | -0,01      | 0,00       | 0,00   | 0,77 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,12            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -11,46                  | -3,02      | -0,79      | -0,01      | -0,16  | 0,76 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,02            | 0,11            | 0,15            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,02        | 0,000        | -31,54                  | -5,89      | -2,17      | -0,01      | -0,33  | 0,64 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,14            | 0,06            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -46,46                  | -10,24     | -3,20      | -0,02      | -0,56  | 0,70 |
|             | 5    | 0,01                     | 0,02            | 0,09            | 0,14            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -18,31                  | -3,76      | -1,26      | -0,01      | -0,21  | 0,68 |
|             | 6    | 0,01                     | 0,01            | 0,11            | 0,15            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -64,02                  | -8,62      | -4,41      | -0,02      | -0,51  | 0,42 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino.

Tabela 2. 12 - Estimativa de componentes da variância e parâmetros genéticos para o caráter massa de grãos da espiga em trigo para as populações 4, 5 e 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop         | Sub. | Componentes de variância |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |              | Parâmetros genético (%) |            |            |            |        | Ac   |
|-------------|------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------|
|             |      | $\sigma^2_B$             | $\sigma^2_{Fe}$ | $\sigma^2_{Fd}$ | $\sigma^2_{Ft}$ | $\sigma^2_{Ee}$ | $\sigma^2_{Ge}$ | $\sigma^2_{Gd}$ | $\sigma^2_D$ | $\sigma^2_A$ | $h^2_{Ae}$              | $h^2_{Ad}$ | $h^2_{re}$ | $h^2_{rd}$ | $H^2t$ |      |
| População 4 | 1    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,11            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -10,51                  | -2,07      | -0,72      | 0,00       | -0,12  | 0,66 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,11            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -20,90                  | -4,24      | -1,44      | -0,01      | -0,24  | 0,67 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,11            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,02        | 0,000        | -32,79                  | -6,36      | -2,26      | -0,01      | -0,35  | 0,65 |
|             | 4    | 0,01                     | 0,03            | 0,09            | 0,13            | 0,03            | 0,01            | 0,01            | 0,02         | 0,000        | 20,77                   | 5,68       | 1,43       | 0,01       | 0,30   | 0,77 |
|             | 5    | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,11            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,03         | 0,000        | 29,84                   | 7,61       | 2,05       | 0,02       | 0,40   | 0,75 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,12            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | -5,73                   | -1,31      | -0,39      | 0,00       | -0,07  | 0,72 |
| População 5 | 1    | 0,00                     | 0,01            | 0,07            | 0,09            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | -0,01        | 0,000        | -20,65                  | -4,22      | -1,42      | -0,01      | -0,23  | 0,68 |
|             | 2    | 0,00                     | 0,02            | 0,10            | 0,14            | 0,05            | -0,01           | -0,01           | -0,03        | 0,000        | -44,81                  | -8,61      | -3,08      | -0,02      | -0,48  | 0,65 |
|             | 3    | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,11            | 0,02            | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | -0,91                   | -0,17      | -0,06      | 0,00       | -0,01  | 0,64 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,02            | 0,07            | 0,12            | 0,06            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -48,58                  | -13,45     | -3,34      | -0,03      | -0,70  | 0,77 |
|             | 5    | 0,00                     | 0,02            | 0,08            | 0,11            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | 0,01         | 0,000        | 16,09                   | 4,55       | 1,11       | 0,01       | 0,24   | 0,78 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,02            | 0,09            | 0,12            | 0,04            | -0,01           | -0,01           | -0,04        | 0,000        | -65,15                  | -11,47     | -4,48      | -0,02      | -0,65  | 0,54 |
| População 6 | 1    | 0,03                     | 0,02            | 0,10            | 0,15            | 0,02            | 0,01            | 0,01            | 0,03         | 0,000        | 26,87                   | 6,64       | 1,85       | 0,01       | 0,36   | 0,74 |
|             | 2    | 0,01                     | 0,04            | 0,09            | 0,13            | 0,01            | 0,02            | 0,02            | 0,09         | 0,001        | 61,78                   | 25,95      | 4,25       | 0,06       | 1,22   | 0,86 |
|             | 3    | 0,01                     | 0,02            | 0,08            | 0,12            | 0,03            | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | 0,35                    | 0,08       | 0,02       | 0,00       | 0,00   | 0,73 |
|             | 4    | 0,00                     | 0,02            | 0,12            | 0,14            | 0,01            | 0,00            | 0,00            | 0,00         | 0,000        | -0,02                   | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00   | 0,49 |
|             | 5    | 0,00                     | 0,03            | 0,06            | 0,11            | 0,04            | 0,00            | 0,00            | 0,02         | 0,000        | 19,07                   | 7,91       | 1,31       | 0,02       | 0,37   | 0,86 |
|             | 6    | 0,00                     | 0,03            | 0,09            | 0,13            | 0,03            | 0,01            | 0,01            | 0,05         | 0,000        | 39,41                   | 14,27      | 2,71       | 0,03       | 0,70   | 0,83 |

Pop: População; Sub.: Subamostras aleatórias dentro de população  $\sigma^2_B$ : Variância de blocos;  $\sigma^2_{Fe}$ : Variância Fenotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Fd}$ : Variância Fenotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_{Ft}$ : Variância Fenotípica Total;  $\sigma^2_{Ee}$ : Variância de Ambiente entre famílias;  $\sigma^2_{Ge}$ : Variância Genotípica entre famílias;  $\sigma^2_{Gd}$ : Variância Genotípica dentro de famílias;  $\sigma^2_A$ : Variância de Aditividade;  $\sigma^2_D$ : Variância de Dominância;  $h^2_{Ae}$ : Herdabilidade com sentido amplo entre famílias;  $h^2_{Ad}$ : Herdabilidade com sentido amplo dentro de famílias;  $h^2_{re}$ : Herdabilidade com sentido restrito entre famílias;  $h^2_{rd}$ : Herdabilidade com sentido restrito dentro famílias;  $H^2t$ : Herdabilidade total; Ac: Acurácia; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes e População 6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Posteriormente foi realizada uma análise de ganho por seleção, com o intuito de selecionar as famílias mais promissoras dentro de cada população. Na tabela 2.13 são apresentados os ganhos por seleção entre e dentro das famílias em cada população. Notou-se que os ganhos mais expressivos foram encontrados entre as famílias. O ganho por seleção dentro das famílias (GSd) apresentou ganhos muito pequenos, não sendo indicado realizar seleção dentro das famílias. Apenas a população 5 apresentou GSe e GSd negativos para os quatro caracteres avaliados, e a população 3 apresentou valores negativos para ME e MGE.

A população 6 se destacou com o maior potencial de seleção, revelando-se a mais promissora para realizar a seleção, por proporcionar maior ganho para os caracteres CE, ME e NGE. Para o caráter CE, os ganhos variaram de 0,178 a 0,090 (população 6 e 3, respectivamente). A ME apresentou os menores valores de GSd, com uma amplitude de 0,007 (Tabela 2.13). Pode-se ainda descartar as populações 2 e 5 para os caracteres ME e NGE, e as populações 1 e 4 para os caracteres ME e MGE, respectivamente.

Tabela 2. 13 - Ganho por seleção entre e dentro de famílias, para quatro caracteres, em seis populações segregantes de trigo em geração F<sub>6</sub>. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop. | CE     |       | ME     |       | NGE    |        | MGE    |        |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|      | GSe    | GSd   | GSe    | GSd   | GSe    | GSd    | GSe    | GSd    |
| Pop1 | 0,102  | 0,002 | 0,006  | 0,000 | 0,067  | 0,001  | 0,220  | 0,003  |
| Pop2 | 0,143  | 0,003 | 0,001  | 0,000 | 0,178  | 0,002  | 0,003  | 0,000  |
| Pop3 | 0,090  | 0,001 | -0,006 | 0,000 | 0,093  | 0,001  | -0,251 | -0,003 |
| Pop4 | 0,106  | 0,002 | 0,003  | 0,000 | 0,155  | 0,003  | 0,041  | 0,001  |
| Pop5 | -0,011 | 0,000 | -0,005 | 0,000 | -0,049 | -0,001 | -0,203 | -0,002 |
| Pop6 | 0,178  | 0,004 | 0,008  | 0,000 | 0,316  | 0,005  | 0,154  | 0,012  |

Pop. Populações; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120. CE: comprimento de espiga, em cm; ME: massa de espiga, em g; NGE: número de grãos da espiga, em unidades; MGE: massa de grãos da espiga, em g; GSe; ganho por seleção entre famílias; GSd: ganho por seleção dentro de famílias.

Sendo um dos principais componentes do rendimento de grãos (BOSCHINI et al., 2011), o caráter NGE, apresentou incremento variando de 0,067 (população 1) a 0,316 (população 6). Já para MGE, também componente de rendimento de grãos, o destaque foi para a população 1, seguida da população 6 (0,220 e 0,154,

respectivamente). O menor incremento foi observado na população 2 (0,003) (Tabela 2.13).

O ganho de seleção é dependente da variabilidade genética existente na população para o caráter de interesse (KRAUSE et al., 2012), da variação genética de fração herdável (variância aditiva), da herdabilidade no sentido restrito, da acurácia seletiva e da intensidade de seleção aplicada. Assim, para estimar os ganhos genéticos com a seleção, é de fundamental importância estimar parâmetros genéticos (BERTI, 2010).

Na tabela 2.14 foram apresentadas as médias da população, as novas médias e as famílias selecionadas dentro de cada população, para cada caráter. A classificação proposta por Scheeren, Castro e Caierão (2015) quanto ao tamanho da espiga, classificaram as populações quanto ao comprimento das espigas, como espigas semi-curtas, com exceção da população 2 que ficou classificada como espigas semi-longas.

Apenas para MGE houve modificações quanto a população de maior ou menor MGE após o ganho por seleção (população 2 apresentou maior MGE e população 6 a menor MGE; com a nova média população 1 foi a maior MGE e população 4 a de menor MGE). Para os demais caracteres as populações se mantiveram após a nova média. A população 4, a maior população neste estudo, com 29 famílias, foi possível selecionar 12 famílias para aumento de CE, 13 famílias para MGE, 18 famílias para NGE e nove famílias para aumento de MGE. As famílias 26, 49, 50, 72, 75, 104 e 106 foram selecionadas para os quatro caracteres avaliados. Apenas nove famílias não foram selecionadas para nenhum caráter.

A população 1 teve oito famílias selecionadas para CE, nove para MGE, oito famílias para NGE, no entanto, nenhuma família foi selecionada para MGE, devido a nova média ser alta e nenhuma família a alcançou. Três famílias da população 2 foram selecionadas simultaneamente para os quatro caracteres avaliados, são elas: 45, 47 e 92. Para a população 2 foram selecionadas 4, 6, 4 e 6, respectivamente para os caracteres CE, ME, NGE e MGE. A população 3 apenas teve famílias selecionadas para os caracteres CE e NGE (10 e 11 famílias, respectivamente). Na população 6 que apresentou os maiores GSd para CE, ME e NGE, apenas a família 90 foi selecionada para os quatro caracteres simultaneamente.

Tabela 2. 14 - Média da população F<sub>6</sub>, nova média após o ganho por seleção entre as famílias e as famílias selecionadas em cada população em quatro caracteres. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Comprimento de espiga – CE (cm)            |              |            |                                                                             |
|--------------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Pop.                                       | Média da pop | Nova média | Famílias selecionadas                                                       |
| Pop1                                       | 8,179        | 8,281      | 12, 15, 35, 36, 39, 100, 101 e 102                                          |
| Pop2                                       | 8,531        | 8,674      | 45, 47, 91 e 92                                                             |
| Pop3                                       | 7,881        | 7,971      | 3, 4, 5, 8, 9, 54, 57, 80, 83 e 86                                          |
| Pop4                                       | 8,026        | 8,132      | 23, 25, 26, 29, 49, 50, 72, 75, 78, 104, 106 e 107                          |
| Pop5                                       | 8,207        | -          | -                                                                           |
| Pop6                                       | 8,053        | 8,231      | 60, 61, 69 e 90                                                             |
| Massa de espiga – ME (g)                   |              |            |                                                                             |
| Pop.                                       | Média da pop | Nova média | Famílias selecionadas                                                       |
| Pop1                                       | 1,807        | 1,813      | 11, 12, 13, 14, 15, 39, 100, 101 e 102                                      |
| Pop2                                       | 1,947        | 1,948      | 19, 45, 47, 91, 92 e 93                                                     |
| Pop3                                       | 1,795        | -          | -                                                                           |
| Pop4                                       | 1,810        | 1,813      | 22, 23, 26, 28, 49, 50, 72, 73, 74, 75, 104, 106 e 107                      |
| Pop5                                       | 1,784        | -          | -                                                                           |
| Pop6                                       | 1,789        | 1,797      | 30, 60, 61, 87, 89 e 90                                                     |
| Número de grãos da espiga – NGE (unidades) |              |            |                                                                             |
| Pop.                                       | Média da pop | Nova média | Famílias selecionadas                                                       |
| Pop1                                       | 38,558       | 38,625     | 10, 11, 12, 13, 15, 37, 39, 102                                             |
| Pop2                                       | 42,548       | 42,726     | 45, 46, 47 e 92                                                             |
| Pop3                                       | 37,152       | 37,245     | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 57, 83, 84 e 85                                        |
| Pop4                                       | 40,451       | 40,606     | 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 49, 50, 72, 74, 75, 103, 104, 106 e 107 |
| Pop5                                       | 39,801       | -          | -                                                                           |
| Pop6                                       | 40,035       | 40,351     | 30, 31, 61, 87, 89 e 90                                                     |
| Massa de grãos da espiga – MGE (g)         |              |            |                                                                             |
| Pop.                                       | Média da pop | Nova média | Famílias selecionadas                                                       |
| Pop1                                       | 1,296        | 1,516      | nenhuma família selecionada                                                 |
| Pop2                                       | 1,413        | 1,416      | 19, 45, 47, 91, 92 e 93                                                     |
| Pop3                                       | 1,301        | -          | -                                                                           |
| Pop4                                       | 1,327        | 1,368      | 22, 26, 49, 50, 72, 74, 75, 104 e 106                                       |
| Pop5                                       | 1,301        | -          | -                                                                           |
| Pop6                                       | 1,285        | 1,439      | 90                                                                          |

Pop. Populações; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes e Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120. – não houve ganho de seleção, não foi possível realizar a seleção entre famílias.

O sucesso na seleção de famílias superiores está diretamente associado a uma adequada experimentação, porque, para a análise estatística resultar em boas previsões dos valores genéticos, é imprescindível que se possua boas estimativas dos componentes de variância (RAMALHO, CARVALHO e NUNES, 2013).

## 2.4 Conclusões

A variância fenotípica dentro de famílias é maior que a variância entre famílias nas três gerações;

Os coeficientes de variância genotípica e a variância de aditividade são muito baixos;

As herdabilidades no sentido amplo e restrito entre as famílias são maiores que a herdabilidade dentro das famílias;

A população 6 (Fundacep Nova Era x CD 120) apresenta os maiores ganhos de seleção entre famílias para os caracteres comprimento de espiga, massa de espiga e número de grãos;

As famílias 45, 47 e 92 (Ônix x Fundacep Raízes), 26, 49, 50, 72, 75, 104 e 106 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era) e 90 (Fundacep Nova Era x CD 120), são promissoras quando se objetiva o incremento simultâneos dos quatros caracteres avaliados.

## Referências

ARAÚJO, B. L. DE; ARNHOLD, E.; OLIVEIRA JUNIOR, E. A. DE; LIMA, C. F. Parâmetros genéticos em cultivares de sorgo granífero avaliados em safrinha. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 9, n. 02, p. 51-59, 2014.

BALDISSERA, J. N. C.; VALENTINI, G.; COAN, M. M. D.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M. Fatores genéticos relacionados com a herança em populações de plantas autógamas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 2, p. 181-189, 2014.

BÁRBARO, I. M.; CENTURION, M. A. P. C; DI MAURO, A. O; ÛNEDA-TREVISOLI; S. H; COSTA, M. M.; MUNIZ, F. R. S.; SILVEIRA, G. D.; SARTI, D. G. P. Variabilidade e correlações entre produtividade de grãos e caracteres agrônômicos de soja com aptidão para cultivo em áreas de reforma de canavial. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 36-145, 2007.

BERTI, C. L. F. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP.** 2010, 70f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira -SP UNESP, Ilha Solteira-SP.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190, 2017.

BOSCHINI, A. P. M.; SILVA, C. L. DA; OLIVEIRA, C. A. DA S.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. P. DE; MIRANDA, M. Z. DE; FAGIOLI, M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, p. 450-457, 2011.

CAIERÃO, E.; CARVALHO, F. I. F.; PACHECO, M. T.; LONRECETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, J.G. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 231-236, 2001.

CÂMARA, T. M. M.; BENTO, D. A. V.; ALVES, G. F.; SANTOS, M. F.; MOREIRA, J. U. V.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 595-603, 2007.

CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPEL, 2001. 99p.

COSTA, M. M.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; SILVEIRA, G. D.; MUNIZ, F. R. Heritability estimation in early generations of two-way crosses in soybean. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 101-108, 2008.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim safra de grãos dezembro - 3º Levantamento Safra 2018/2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acessado em 29 de dezembro de 2018.

COOPER, J. K.; IBRAHIM, A. M. H.; RUDD, J.; HAYS, D.; MALLA, S. BAKER, J. Increasing hard winter wheat yield potential via synthetic hexaploid wheat: II. Heritability and combining ability of yield and its components. **Crop Science** v. 53, p. 67-73, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2014. 688 p.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 109-116, 2010.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. de MARTINHO DE ALMEIDA E SILVA E JOSÉ CARLOS SILVA. Viçosa, MG: UFV-Imprensa Universitária, 1987.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman, 1996. 464p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em 29 de dezembro de 2018.

FISCHER, R. A. The correlation betewen relatives on the supposition of mendelian inheritance. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 5, p. 399-433, 1918.

FRANCO, F. DE A.; EVANGELISTA, A. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2018** / XI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Cascavel, PR, Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale. 2018. 258 p.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; SILVA, J. A. G.; BERTAN, I.; RIBEIRO, G.; FINATTO, T.; REIS, C. E. S.; BUSATO, C. C. Estimativa de coeficientes de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. *Bragantia*, n. 66, v. 2, p. 203-218, 2007.

KAVALCO, S. A. F.; FIGUEIREDO, R.; GROLI, E. L.; ZIMMER, C. M.; BARETTA, D.; TESSMANN, E. W.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. DE; OLIVEIRA, A. C. Análise de trilha em genótipos de trigo submetidos ao estresse por encharcamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1683-1696, 2014.

KRAUSE, W.; SOUZA, R. S. DE; NEVES, L. G.; CARVALHO, M. L. DA S.; VIANA, A. P.; FALEIRO, F. G. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 51-57, 2012.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v. 03, n. 04, p. 241-245, 2015.

MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; ROCHA, M. G. B.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 16-24, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; FONSECA, D. M.; CRUZ, C. D.; CUNHA, D. N. F. V. Among and within family selection and combined half-sib family selection in *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1870-1877, 2009.

MORETO, A. L.; RAMALHO, M. A. P.; NUNES, J. A. R.; ABREU, A. DE F. B. Estimação dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1035-1042, 2007.

PIMENTEL, A. J. B.; GUIMARÃES, J. F. R.; SOUZA, M. A. DE; RESENDE, M. D. V. DE; MOURA, L. M.; ROCHA, J. R. A. S. DE; C.; RIBEIRO, G. Estimação de parâmetros genéticos e predição de valor genético aditivo de trigo utilizando modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 882-890, 2014.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na Agropecuária**. Lavras, Mg: UFLA, 2012. 566p.

RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, B. L.; NUNES, J. A. R. Perspectives for the use of quantitative genetics in breeding of autogamous plants. **ISRN Genetics**, article ID 718127, 2013.

REIS, E. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 685-692, 2004.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 535 p.

RESENDE, M. D. V.; Duarte, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 182-194, 2007.

ROBINSON, H. F.; COMSTOCK, R. E.; HARVEY, P. H. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. **Genetics**, n. 40, p. 45-60, 1995.

ROSSMANN, H. **Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001, 91f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade De São Paulo. Piracicaba, São Paulo.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCARGNIN, P. L.; CASTRO, R. L. DE; CAIERÃO, E. Botância, morfologia e descrição fenotípica. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 260p.

SILVA, J. A. G. DA.; ARENHARDT, E. G.; KRÜGER, C. A. M. B.; LUCCHESI, O.A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 27–33, 2015.

SILVEIRA, G. D.; MAURO, A. O. D.; CENTURION, M. A. P. C. Seleção de genótipos de soja para a região de Jaboticabal –SP, Ano agrícola 2003-2004. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 92-98, 2006.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. DE C. F.; FREITAS, J. G. DE.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Desempenho agronômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada. **Científica**, v. 36, n. 2, p. 97-106, 2008.

USDA - United States Department of Agriculture. **Data & Analysis – Production**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acessado em 29 de dezembro de 2018.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWING, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 43, p. 319-326, 2008.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

## 2.5 Apêndices

Tabela 2. 15 - Médias das famílias de cada população F<sub>6</sub> para os caracteres comprimento de espiga (CE, em cm), massa da espiga (ME, em g), número de grãos da espiga (NGE, em unidades) e massa de grãos da espiga (MGE, em g). CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| População 1 |       |       |        |       | População 2 |       |       |        |       |
|-------------|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|--------|-------|
| Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   | Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   |
| 10          | 7,938 | 1,766 | 39,950 | 1,323 | 18          | 8,102 | 1,842 | 39,567 | 1,340 |
| 11          | 8,070 | 1,904 | 41,283 | 1,370 | 19          | 8,358 | 1,997 | 41,500 | 1,463 |
| 12          | 8,352 | 1,959 | 41,683 | 1,433 | 20          | 7,748 | 1,840 | 38,017 | 1,329 |
| 13          | 8,175 | 1,887 | 39,683 | 1,400 | 44          | 8,323 | 1,835 | 41,917 | 1,310 |
| 14          | 8,227 | 1,951 | 38,350 | 1,450 | 45          | 8,958 | 2,041 | 44,500 | 1,431 |
| 15          | 8,370 | 1,993 | 42,983 | 1,496 | 46          | 8,650 | 1,933 | 45,567 | 1,379 |
| 34          | 8,263 | 1,698 | 35,833 | 1,161 | 47          | 8,883 | 1,984 | 46,067 | 1,459 |
| 35          | 8,482 | 1,617 | 36,433 | 1,122 | 91          | 8,842 | 2,074 | 41,350 | 1,485 |
| 36          | 8,657 | 1,777 | 37,333 | 1,237 | 92          | 9,232 | 1,951 | 46,400 | 1,437 |
| 37          | 7,935 | 1,806 | 39,050 | 1,325 | 93          | 8,212 | 1,977 | 40,600 | 1,503 |
| 38          | 7,578 | 1,590 | 37,967 | 1,168 | População 4 |       |       |        |       |
| 39          | 8,745 | 2,020 | 42,083 | 1,423 | Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   |
| 68          | 7,535 | 1,692 | 36,733 | 1,179 | 22          | 7,595 | 1,902 | 40,683 | 1,370 |
| 69          | 8,177 | 1,645 | 34,083 | 1,159 | 23          | 8,238 | 1,851 | 42,550 | 1,342 |
| 70          | 7,488 | 1,590 | 35,367 | 1,131 | 24          | 8,050 | 1,748 | 41,150 | 1,303 |
| 71          | 7,530 | 1,661 | 36,600 | 1,139 | 25          | 8,175 | 1,750 | 41,117 | 1,285 |
| 100         | 8,787 | 1,931 | 38,100 | 1,338 | 26          | 8,507 | 1,996 | 45,750 | 1,494 |
| 101         | 8,282 | 1,941 | 38,400 | 1,413 | 27          | 7,735 | 1,799 | 40,733 | 1,327 |
| 102         | 8,798 | 1,876 | 40,800 | 1,356 | 28          | 7,753 | 1,859 | 43,750 | 1,347 |
| População 3 |       |       |        |       | 29          | 8,200 | 1,772 | 43,400 | 1,285 |
| Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   | 48          | 7,693 | 1,751 | 42,250 | 1,278 |
| 2           | 6,998 | 1,567 | 35,500 | 1,143 | 49          | 8,438 | 1,983 | 43,367 | 1,386 |
| 3           | 8,020 | 1,780 | 37,283 | 1,302 | 50          | 8,733 | 1,931 | 44,900 | 1,418 |
| 4           | 8,462 | 1,915 | 38,767 | 1,369 | 51          | 7,915 | 1,698 | 36,650 | 1,272 |
| 5           | 8,013 | 1,924 | 40,267 | 1,405 | 72          | 8,773 | 2,017 | 41,800 | 1,501 |
| 6           | 7,948 | 1,878 | 37,383 | 1,355 | 73          | 7,567 | 1,824 | 39,233 | 1,353 |
| 7           | 7,728 | 1,877 | 39,817 | 1,387 | 74          | 7,903 | 2,059 | 45,367 | 1,489 |
| 8           | 8,007 | 2,007 | 43,200 | 1,448 | 75          | 9,028 | 1,970 | 44,500 | 1,382 |
| 9           | 8,282 | 1,980 | 43,517 | 1,416 | 76          | 6,662 | 1,403 | 32,500 | 1,031 |
| 32          | 7,312 | 1,677 | 33,700 | 1,214 | 77          | 7,968 | 1,718 | 38,217 | 1,230 |
| 33          | 7,723 | 1,777 | 34,850 | 1,228 | 78          | 8,457 | 1,799 | 39,433 | 1,320 |
| 54          | 8,067 | 1,773 | 35,600 | 1,310 | 103         | 8,078 | 1,791 | 41,533 | 1,312 |
| 55          | 7,770 | 1,557 | 30,750 | 1,112 | 104         | 8,488 | 2,027 | 42,300 | 1,488 |
| 56          | 7,133 | 1,486 | 29,867 | 1,094 | 105         | 8,105 | 1,638 | 36,683 | 1,174 |
| 57          | 8,208 | 1,874 | 37,483 | 1,359 | 106         | 9,010 | 2,041 | 46,767 | 1,472 |

Continuação...

Continuação...

|             |       |       |        |       |             |       |       |        |       |
|-------------|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|--------|-------|
| 58          | 7,757 | 1,747 | 36,500 | 1,246 | 107         | 8,677 | 1,866 | 43,233 | 1,359 |
| 80          | 8,165 | 1,869 | 37,167 | 1,366 | 108         | 7,898 | 1,778 | 36,467 | 1,366 |
| 81          | 7,860 | 1,640 | 34,450 | 1,197 | 109         | 7,648 | 1,776 | 35,633 | 1,337 |
| 82          | 7,690 | 1,701 | 35,933 | 1,229 | 110         | 7,172 | 1,663 | 34,717 | 1,217 |
| 83          | 8,670 | 1,891 | 40,317 | 1,388 | 111         | 6,963 | 1,721 | 35,967 | 1,244 |
| 84          | 7,880 | 1,929 | 39,067 | 1,405 | 112         | 7,323 | 1,550 | 32,433 | 1,091 |
| 85          | 7,650 | 1,852 | 40,267 | 1,360 | População 5 |       |       |        |       |
| 86          | 8,037 | 1,778 | 35,667 | 1,286 | Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   |
| População 6 |       |       |        |       | 16          | 8,030 | 1,614 | 33,450 | 1,202 |
| Fam.        | CE    | ME    | NGE    | MGE   | 17          | 7,970 | 1,826 | 37,783 | 1,304 |
| 30          | 8,228 | 1,959 | 45,383 | 1,386 | 41          | 7,892 | 1,778 | 38,317 | 1,315 |
| 31          | 7,643 | 1,737 | 40,533 | 1,264 | 42          | 8,865 | 2,057 | 46,567 | 1,519 |
| 52          | 7,442 | 1,651 | 36,550 | 1,201 | 43          | 8,232 | 1,730 | 39,467 | 1,266 |
| 53          | 7,883 | 1,555 | 37,700 | 1,092 | 63          | 7,957 | 1,580 | 35,767 | 1,161 |
| 59          | 7,999 | 1,670 | 36,417 | 1,191 | 64          | 7,827 | 1,728 | 40,300 | 1,257 |
| 60          | 8,923 | 1,833 | 39,783 | 1,327 | 65          | 8,213 | 1,773 | 40,383 | 1,279 |
| 61          | 8,372 | 1,898 | 42,617 | 1,382 | 66          | 7,838 | 1,853 | 40,633 | 1,340 |
| 87          | 8,086 | 1,948 | 44,150 | 1,376 | 67          | 8,573 | 1,758 | 37,267 | 1,256 |
| 88          | 7,033 | 1,576 | 30,917 | 1,133 | 95          | 8,275 | 1,707 | 42,233 | 1,271 |
| 89          | 8,445 | 1,798 | 41,717 | 1,265 | 96          | 7,988 | 1,962 | 41,100 | 1,443 |
| 90          | 8,515 | 2,059 | 44,467 | 1,527 | 97          | 8,372 | 1,664 | 39,483 | 1,210 |
|             |       |       |        |       | 98          | 8,527 | 1,786 | 39,783 | 1,298 |
|             |       |       |        |       | 99          | 8,545 | 1,951 | 44,183 | 1,403 |

Fam. Família; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes e População 6: Fundacep Nova Era x CD 120

**Capítulo 3: Qualidade industrial de famílias F<sub>6</sub> de trigo: diferenças físicas,  
químicas e reológicas**

### 3.1 Introdução

Projeções atuais indicam que a população demonstra crescimento de forma exponencial, com uma previsão de alcançar 9,8 bilhões de pessoas em 2050 (ONUBR, 2018). Para atender a essa demanda e garantir a segurança alimentar, é necessário aumentar a produção através de melhorias nas práticas agronômicas e disponibilizar genótipos mais produtivos. No entanto, apesar de incrementar a produção, existe uma necessidade para produzir alimentos de melhor qualidade industrial e mais nutritivos (BATTENFIELD et al., 2016).

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo uma das principais fontes de calorias para a humanidade, contendo substâncias como carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, cálcio, ferro e ácido fólico (FAO, 2018). A cultura é destinada para a fabricação de pães, bolos, biscoitos, massas, agentes espessantes em molhos, sopas e pudins, cereais matinais, além de aplicações em produtos não alimentícios (MORI, 2015). No entanto, cada finalidade exige um tipo específico de farinha.

A qualidade industrial do trigo é um atributo de herança quantitativa, governada por muitos genes e altamente influenciada pelo ambiente (GUZMÁN et al., 2016). Entre os caracteres que mais influenciam na determinação da qualidade industrial está a quantidade e a qualidade de proteína, por estar diretamente relacionado com a funcionalidade do uso final da farinha (PUNIA, SANDHU E SIROHA, 2017).

Para verificar a qualidade são realizados vários testes, entre eles testes físicos: determinação do peso do hectolitro, por ser a medida tradicional de comercialização, expressa atributos de qualidade associados a moagem; massa de mil grãos está correlacionada com a quantidade de sêmola, absorção de água e tempo de desenvolvimento da massa; e dureza dos grãos é calculada pela dificuldade de desintegração do grão quando submetido a uma pressão (GUARIENTI, 1996).

Os testes químicos: teste de sedimentação de Zeleny estima o potencial de panificação através da força de glúten; teste de microssedimentação de Dodecil Sulfato de Sódio é um teste ideal para populações em gerações iniciais, pois necessita de pequena quantidade de farinha. Este teste é baseado no volume do sedimento, quanto maior, maior é a força de glúten; eletroforese de proteínas visa identificar as combinações das subunidades das proteínas formadoras do glúten; NIR (Espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal) estima a composição

química dos cereais. É um método rápido, de fácil execução e pequena quantidade de farinha, além de ser uma técnica não destrutiva; Método de Macro Kjeldahl determina de forma indireta a quantidade de proteínas, através do teor de nitrogênio orgânico total e número de quedas (Falling Number) utilizado para verificar a atividade da enzima alfa-amilase nos grãos (GUARIENTI, 1996).

Os testes reológicos: alveografia simula o processo industrial de panificação, sendo baseada na resistência que a massa oferece ao movimento mecânico; mixografia está relacionado com o comportamento da massa ao longo do tempo de mistura, indicam o tempo de mistura, estabilidade da massa, força da farinha e capacidade de retenção de água; farinografia é um dos testes mais competos e sensíveis para avaliação da qualidade de mistura e absorção de água da massa de farinha (GUARIENTI, 1996) e capacidade de retenção de solventes é um teste que emprega quatro solventes diferentes, onde quando se utiliza o solvente água, pode-se identificar a capacidade de absorção de água, o solvente sacarose a 50% para identificar o efeito dos arabinoxilanos, solvente carbonato de sódio a 5% para obter o teor de amido danificado na farinha e o solvente ácido láctico a 5% para identificar o teor de gluteninas e a força de glúten (GUZMÁN et al, 2015).

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar seis populações segregantes de trigo e seus genitores quanto ao rendimento de grãos e a qualidade industrial utilizando testes físicos, químicos e reológicos, identificar associações, sugerir um teste ou um caráter para seleção indireta e identificar genótipos superiores para qualidade industrial.

### **3.2 Material e métodos**

#### **3.2.1 Ano e Local**

O experimento foi conduzido no ano de 2016 no campo experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF) localizado no CAP (Centro Agropecuário da Palma), pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), município de Capão do Leão – RS, situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste; a uma altitude de 13,24 m, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2 mm. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA) da unidade de Mapeamento Pelotas (SANTOS et al., 2006).

#### **3.2.2 Preparo da área, tratamentos culturais e fitossanitários**

O preparo do solo da área experimental foi de acordo com as recomendações da RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018), sendo realizadas correções de acidez e adubação com macro nutrientes (NPK) em função dos teores observados na análise química do solo, para atender a demanda necessária da cultura. A semeadura foi realizada de forma manual. Os tratos culturais, assim como o controle de plantas daninhas, doenças e insetos-praga foram realizados de acordo com a RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018).

### 3.2.3 Populações avaliadas

Foram utilizadas seis populações segregantes de trigo na geração F<sub>6</sub>, oriundas do cruzamento entre Abalone x Fundacep Nova Era (População 1), Ônix x Fundacep Raízes (População 2), CD 104 x Fundacep Cristalino (População 3), Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era (População 4), CD 104 x Fundacep Raízes (População 5) e Fundacep Nova Era x CD 120 (População 6), totalizando 106 famílias e sete genitores.

### 3.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental foi de duas linhas de dois metros, espaçadas 0,30 metros entre linhas.

### 3.2.5 Caracteres avaliados

Após a maturação, foram colhidas manualmente todas as linhas, trilhadas e os grãos colocados em estufa até atingirem a umidade de 13%. Posteriormente, foi efetuada uma limpeza, para retirar restos de palha e eventuais espigas que não foram trilhadas. Foram realizadas as análises de rendimento de grãos (RG), mensurado em gramas e depois ajustado para kg ha<sup>-1</sup>, peso do hectolitro (PH), determinado com auxílio da balança de massa hectolétrica, em Kg hL<sup>-1</sup> e massa de mil grãos (MMG), determinado através de três subamostras de 200 grãos, convertidas em massa de mil grãos em gramas.

Posteriormente, foram separadas 200 gramas de cada genótipo, os quais foram moídos em moinho tipo Willey (Marconi, Piracicaba, Brasil), com peneira de 0,5 mm de abertura. As avaliações do número de queda (FN) foram realizadas em aparelho automático *Perten Falling Number 1700* (Perten Instruments, Inc. Springfield, Illinois), utilizando sete gramas de farinha integral. O valor expresso em segundos e a relação

é de quanto menor o tempo de queda do êmbolo, maior o teor e a atividade da enzima alfa-amilase.

A capacidade de retenção de solventes (SRC) expressa o peso do solvente retido pela farinha após a centrifugação e é expresso como uma porcentagem baseada em 14% de umidade determinada de acordo com a Equação 1:

$$SRC(\%) = \left[ \left( \frac{\text{Massa do gel}}{\text{Massa da farinha}} \right) \times \left( \frac{86}{100 - \text{Umidade da farinha}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Quatro solventes foram utilizados independentemente no método SRC para obter diferentes valores: água deionizada, Sacarose 50%, carbonato de sódio a 5% e ácido láctico a 5%. A capacidade de retenção do solvente foi determinada de acordo com o método nº 56-11 da AACC (2000), utilizando cinco gramas de farinha para cada solvente. O procedimento consistiu em pesar cinco gramas de farinha para cada tubo de ensaio e adicionar 25 ml do solvente. Os tubos foram então vigorosamente agitados com o suporte do agitador magnético por cinco segundos em intervalos de cinco minutos até a conclusão do ciclo de 20 minutos. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a  $1000 \times g$  por 15 minutos. Os resultados foram calculados de acordo com a Equação 1.

As análises em espectrômetro de refletância no infravermelho proximal (NIRS), foram realizadas no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA), no laboratório de Grãos (LabGrãos) FAEM/UFPel. Foram realizadas leituras do teor de proteína (TP), umidade, gordura, Teor de fibras (Fibras), teor de cinza (Cinzas) e amido. As leituras no NIRS foram realizadas em duplicata e os resultados expressos em  $g\ 100\ g^{-1}$ , em base seca.

### 3.2.6 Análises estatísticas

Uma análise de variância comparando as populações e os genitores foi realizada, e, posteriormente, a comparação de médias entre e dentro das populações, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Estas análises foram executadas com auxílio do programa estatístico SAS (2014). Efetuou-se uma comparação de médias geral utilizando o teste de comparação de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro. Em seguida foi realizado uma correlação de *Pearson* (STEEL e TORRIE, 1980) geral, para os genitores e para cada população. A fim de desmembrar em efeitos diretos e indiretos entre os caracteres foi realizada uma análise de trilha (WRIGHT, 1921), fixando o caráter rendimento de grãos. Estas análises foram executadas com auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2016).

### 3.3 Resultados e discussão

Na tabela 3.1 são apresentados as médias de 13 caracteres de qualidade industrial e o caráter rendimento de grãos. Apenas para os caracteres PH e MMG não houve diferença significativa entre as populações e os genitores. O aumento do rendimento de grãos é um dos principais objetivos num programa de melhoramento genético (EDGERTON, 2009; SHEWRY, 2009; AINSWORTH E ORT, 2010). Como o RG é um caráter de herança quantitativa e altamente influenciável pelo ambiente (REYNOLDS et al., 2009; FOULKES et al., 2011; PARRY et al., 2011), alcançar continuamente esse objetivo tornou-se cada vez mais difícil (REYNOLDS et al., 2012). A população 1 apresentou a maior média para RG (4.064,90 Kg ha<sup>-1</sup>), diferindo apenas das populações 6 e 3. Pode-se notar que houve uma amplitude de 1.234 kg ha<sup>-1</sup> entre as médias das populações de maior e menor RG.

Os caracteres PH e MMG, quando avaliados a média dos genitores e das populações não houve diferença significativa (Tabela 3.1). Entretanto, foi realizada uma classificação segundo Williams et al. (1988), avaliando a média das famílias, ou de cada genitor individualmente (Tabela 3.5, apêndice). Para o caráter PH, ocorreram três categorias (leve, médio e pesado). A maioria dos 113 genótipos foi classificado como médio. Apenas quatro genótipos foram classificados como pesado, são eles: 28 (Pop4), 17 e 67 (Pop5) e 60 (Pop6). Para MMG, também de acordo com a classificação proposta por Williams et al. (1988), somente três genótipos apresentaram a classificação de grão médio, são eles: 9 (Pop3), 64 e 96 (Pop5), os demais foram todos classificados como tipo de grão pequeno.

Para o caráter FN, um caráter muito utilizado para quantificar a atividade da enzima alfa-amilase, e expressar à intensidade de germinação dos grãos de trigo, sendo o valor expresso em segundos e quanto menor o tempo, maior o teor e a atividade da enzima, e consequentemente, uma menor qualidade de farinha (RAL et al., 2016). Houve a formação de quatro grupos, sendo as populações 1 e 2 as que apresentaram a menor atividade da enzima alfa-amilase, e as populações 6 e 3 foram as que apresentaram os maiores valores, indicando maior atividade da enzima (Tabela 3.1). Apesar da formação destes quatro grupos, segundo a classificação proposta por Perten, (1964), todas as populações e os genitores apresentaram atividade enzimática considerada normal (201 a 350 segundos). No entanto, quando observada a média das famílias dentro de cada população, nota-se a presença de

famílias com baixa e alta atividade enzimática, mas a maioria revelou atividade enzimática ideal (Tabela 3.5, apêndice). Farinhas com baixa atividade da enzima alfa-amilase ( $>351$ ), produzem pães com pequeno volume, assim, faz-se necessário a adição da enzima para a produção de pães com maior volume (SANZ-PENELLA, LAPARRA e HAROS, 2014; RAL et al., 2016).

A avaliação da qualidade da farinha através do método de SRC é um procedimento simples, rápido, de baixo custo e necessita de pequenas quantidades de farinha, sendo ideal para a avaliação de populações segregantes em programas de melhoramento (PALLARÉS et al., 2007). O método envolve o uso de estabilidade termodinâmica dos diferentes polímeros da farinha, em diferentes soluções, sem o envolvimento de cisalhamento, calor e reologia, que são comuns com outros métodos de avaliação da qualidade da farinha, medindo a contribuição funcional individual de cada polímero da farinha (KWEON, SLADE e LEVINE, 2011). Pode ser utilizado para prever parâmetros de qualidade de moagem, panificação e preparo de biscoitos (COLOMBO et al., 2008), além disso, fornece informações valiosas para as indústrias, por permitir uma melhor previsão para a formulação de misturas de farinhas adaptadas às necessidades específicas do produto final (KWEON, SLADE e LEVINE, 2011). É um método usado com sucesso por muitos pesquisadores (PASHA, ANJUM e BUTT, 2009; KAUR et al., 2014; GUSMÁN et al., 2015), no entanto, no Brasil ainda não é tão difundido.

A SRC utilizando o solvente água, tem como principal objetivo determinar a capacidade de absorção de água pela farinha, sendo esta de suma importância no desenvolvimento das propriedades viscoelásticas da massa e no rendimento da produção de pães (MARTINS, OLIVEIRA e SANTOS, 2012; GARCIA-SANTAMARIA, HUA e SNELLER, 2018). Do ponto de vista tecnológico, a água proporciona a união das proteínas que dão origem ao glúten, controla a consistência da massa, dissolve os sais, hidrata e intumescce o amido, deixando-o mais digerível e fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática (QUEJI, SCHEMIN E TRINDADE, 2006). As populações 1 e 4 apresentaram a maior absorção de água, enquanto que, as populações 5 e 6 apresentaram menor capacidade de absorção (Tabela 3.1).

Tabela 3. 1 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações de trigo e seus genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Pop.   | Nº<br>Fam. | RG         | PH      | MMG     | FN       | Água      | Sacarose   | CS       |
|--------|------------|------------|---------|---------|----------|-----------|------------|----------|
| 1      | 19         | 4064,90 a  | 74,03 a | 31,42 A | 314,97 a | 110,23 ab | 149,60 bc  | 132,01 b |
| 4      | 29         | 3855,70 ab | 73,71 a | 31,50 A | 299,12 b | 112,00 a  | 155,37 a   | 132,64 a |
| 2      | 10         | 3751,20 ab | 74,01 a | 32,26 A | 319,90 a | 107,12 cd | 143,64 e   | 121,04 d |
| 5      | 15         | 3357,60 ab | 73,61 a | 31,79 A | 266,91 c | 103,60 e  | 144,46 de  | 120,47 d |
| Genit. | 7          | 2963,30 ab | 72,50 a | 31,10 A | 274,71 c | 108,19 bc | 147,67 bcd | 124,72 c |
| 6      | 11         | 2852,10 b  | 73,26 a | 31,66 A | 243,33 d | 103,25 e  | 146,81 cde | 121,43 d |
| 3      | 22         | 2830,90 b  | 73,04 a | 32,20 A | 239,14 d | 105,20 de | 150,53 b   | 136,45 a |
| Pop.   | Nº<br>Fam. | AL         | TP      | Umidade | Gordura  | Fibras    | Cinzas     | Amido    |
| 1      | 19         | 136,93 ab  | 14,80 d | 12,61 A | 1,86 a   | 2,53 c    | 1,61 f     | 54,08 d  |
| 4      | 29         | 141,18 a   | 15,49 b | 12,56 B | 1,81 b   | 2,56 b    | 1,64 d     | 53,31 e  |
| 2      | 10         | 126,09 c   | 14,38 f | 12,61 A | 1,82 b   | 2,52 c    | 1,62 ef    | 55,55 a  |
| 5      | 15         | 119,14 d   | 14,61 e | 12,50 C | 1,70 d   | 2,62 a    | 1,70 a     | 55,03 bc |
| Genit. | 7          | 127,19 c   | 14,88 c | 12,62 A | 1,73 c   | 2,62 a    | 1,63 de    | 54,82 c  |
| 6      | 11         | 119,24 d   | 14,81 d | 12,50 C | 1,68 e   | 2,63 a    | 1,68 b     | 55,22 b  |
| 3      | 22         | 133,30 b   | 15,78 a | 12,57 B | 1,71 d   | 2,56 b    | 1,66 c     | 53,42 e  |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Pop: população; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes; População 6: Fundacep Nova Era x CD 120; Genit.: genitores; Fam.: famílias; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Para o caráter SRC, utilizando o solvente sacarose, a maior média foi encontrada na população 4, e a menor na população 2 (Tabela 3.1). Este caráter está associado a quantidade de pentosanas (principalmente os arabinoxilanos), na farinha de trigo. As pentosanas são carboidratos, que participam da fração denominada como fibra bruta, podendo dividir-se em solúveis e insolúveis em água (25 e 75%, respectivamente). Sua estrutura e seu aspecto resultam em propriedades físico-químicas únicas que afetam fortemente sua funcionalidade na panificação, tendo influência tanto na moagem do grão como no processo de panificação (STEFFOLANI, 2010). Os arabinoxilanos solúveis em água têm um impacto na reologia e em parâmetros de qualidade, como o volume do pão, textura da migalha e nas características de envelhecimento (Fonseca, 2015). A diferença estrutural entre os arabinoxilanos solúveis e os insolúveis em água está principalmente no peso molecular e na relação arabinose/xilose (STEFFOLANI, 2010). Durante a moagem as pentosanas podem permanecer na farinha e alterar a composição e a qualidade da farinha (KWEON, SLADE e LEVINE, 2011).

O solvente CS estima o nível de amido danificado na farinha (KWEON, SLADE e LEVINE, 2011). Este solvente provoca um inchamento do amido danificado, indicando diretamente a capacidade de armazenamento de água (DUYVEJONCK et al., 2012; LINDGREEN e SIMSEK, 2016), e indiretamente sua dureza (AACC, 2000). Houve a formação de quatro grupos, sendo que as populações 3 e 4 apresentaram maior quantidade de amido danificado, destacando a população 3, que também apresentou um menor FN. Já as populações 2, 5 e 6 apresentaram menor teor de amido danificado em sua farinha. (Tabela 3.1).

O SRC utilizando o solvente AL é utilizado como indicativo para o teor de gluteninas, proteína formadora do glúten, sendo ainda empregado para estimar a força de glúten. As gluteninas são a fração proteica que exerce a maior influência na qualidade do pão. Assim, apresentam igual importância a quantidade e a qualidade das proteínas para determinar a qualidade industrial de uma farinha (BRUNORI et al., 1989; PELEGRIN et al., 2016). Além disso, o AL apresenta potencial para prever o volume do pão (XIÃO et al., 2006). Pode ser observado que, as populações formaram quatro grupos, onde o destaque foi para as populações 1 e 4, que apresentaram maior volume de sedimento (Tabela 3.1), sendo indicativo de maior teor de gluteninas,

podendo ser utilizadas para fabrico de pães e biscoitos do tipo cracker (GUTTIERI et al., 2001).

Em contrapartida, as populações 5 e 6 apresentam menores médias. Estas populações podem ter apresentado esta resposta devido ao cruzamento que lhes deu origem, uma vez que, a população 6 é oriunda de duas cultivares classificadas como trigo brando (Fundacep Nova Era e CD 120), e a população 5, de uma cultivar classificada como trigo melhorador (CD 104) e a outra como trigo pão (Fundacep Raízes). No entanto, não ocorreu boa complementariedade alélica para este carácter. Estas populações podem ser utilizadas para a fabricação de bolos (GUTTIERI et al., 2001).

Quando analisamos os quatro solventes em conjunto, nota-se que as populações que apresentaram maior capacidade de absorção de água (populações 1 e 4), foram também as que apresentaram maior efeito dos arabinoxilanos, maior teor de amido danificado e maior teor de gluteninas na farinha, juntamente com a população 3. Isso ocorreu devido a capacidade de absorção de água ser influenciada por uma combinação de fatores físicos e químicos, bem com suas inter-relações, destacando tamanho e dureza do grão, o teor dos arabinoxilanos, teor de amido danificado e teor de proteína (SAPIRSTEIN et al., 2018).

O carácter TP é considerado o mais importante quando se trata de qualidade industrial de farinha. Seu teor pode variar de 8 a 16% (SCHEUER et al., 2011). A população 3 apresentou a maior média de TP (15,78), seguida da população 4 (15,49). Por outro lado, as populações 2 e 5 apresentaram menores valores de TP, 14,38 e 14,61, respectivamente (Tabela 3.1). Cabe salientar que, ao analisar as famílias dentro de cada população podemos observar uma amplitude de valores para TP de 13,33 até 17,22, apresentado nas famílias 42 e 49, respectivamente das populações 5 e 4 (Tabelas 3.10 e 3.11, apêndice).

Para umidade houve a formação de três grupos, onde os genitores ficaram no grupo de maior média, juntamente com as populações 1 e 2 (Tabela 3.1). É um índice comercial significativo por influenciar nas características tecnológicas (SCHEUER et al., 2011). Embora seja um carácter que apresenta menor quantidade na farinha (1,5 a 2,5%), e ser encontrado principalmente no gérmen do grão (SCHEUER et al., 2011), a gordura, apresenta um papel importante na funcionalidade da massa, retendo o gás no processo da panificação (PAREYT et al., 2011; GONZÁLEZ-THUILLIER et al.,

2015). Neste estudo pode-se notar que ocorreu a formação de cinco grupos, nos quais a população 1 apresentou a maior média (1,86) e a população 6 apresentou a menor média (1,68) para o caráter gordura (Tabela 3.1).

Assim como a gordura, as fibras também se dispõem em pequenas quantidades na farinha (2 a 3%), presentes em maior concentração no pericarpo, a camada mais externa e protetora do grão (POPPER, SCHÄFER e FREUND, 2006; SCHEUER et al., 2011). No entanto, no processo de produção de farinha branca, estas duas partes são removidas, mas quando o objetivo é a obtenção de farinha integral, são conservadas todas as fibras alimentares, vitaminas, minerais e compostos bioativos (HUNG, MAEDA e MORITA, 2015). As populações 5 e 6 juntamente com os genitores ficaram no grupo de maior teor de fibras, sendo estas indicadas quando o objetivo é alcançar efeitos benéficos na saúde humana, uma vez que as fibras reduzem o tempo de trânsito e o risco de doenças cardiovasculares, diabetes e certos tipos de câncer (ANDERSON et al., 2009; GEMEN, DE VRIES e SLAVIN, 2011). Já as populações 1 e 2 ficaram com as menores médias para o caráter (Tabela 3.1), sendo estas indicadas para produção de farinha branca, uma vez que nesse processo as fibras são removidas. Para esta análise foi utilizada farinha integral.

O teor de cinzas, representado por minerais e vitaminas, apresentam percentuais que variam de 1,5 a 2,5% (DEWETTINCK et al., 2008). O fósforo é o mineral que possui a concentração mais elevada (16 a 22% do total do teor de cinzas). Além disso, o trigo também é fonte importante de um micronutriente essencial aos humanos, que apresenta efeito anticancerígeno, antiviral (LYONS et al., 2005) e antioxidante (YU e ZHOU, 2004), o selênio. A população 5 apresentou a maior média para cinzas, e os menores valores foram obtidos pelas populações 1 e 2 (Tabela 3.1).

O amido representa 72% do peso do grão de trigo, sendo constituído por amilose (cerca de 25%), responsável pela absorção de água e formação de géis (ATWELL, 2001), e amilopectina (60 a 90%) (BLAZEK et al., 2009). A população 2 apresentou a maior média de amido (55,55%), seguida da população 6 (55,22%). Já as populações 4 e 3 apresentaram as menores médias para o caráter (Tabela 3.1). Pode-se notar a relação inversa entre os caracteres TP e Amido, uma vez que a população 3 apresentou a maior média de TP e a menor de amido, assim como a população 2 que apresentou a menor média de TP e a maior para o caráter amido.

O coeficiente de correlação linear de Pearson é uma análise utilizada para verificar a força, a intensidade ou o grau de relação linear entre dois caracteres aleatórios (Ferreira, 2009). O sinal do coeficiente de correlação linear de *Pearson* expressa o sentido da correlação, e sua intensidade é representada por um valor numérico que oscila entre -1 e 1 (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010). As correlações lineares de *Pearson* entre os caracteres (Tabela 3.2), revelaram 45 associações significativas, quando considerados os 113 genótipos (Geral), sendo 22 negativas, oito associações significativas quando considerados apenas os genitores, oito correlações significativas para a população 1, sete para a população 2, 12 correlações significativas para a população 3 e foram identificados 15, 10 e seis correlações significativas para as populações 4, 5 e 6, respectivamente.

A correlação entre RG e PH foi significativa, positiva e de média magnitude, segundo a classificação de Carvalho, Lorenzetti e Benin (2004), para a análise geral e para as populações 3 e 4 (Tabela 3.2). Esta associação é importante por indicar o PH como o único caráter a ser empregado de maneira eficiente para seleção indireta visando o incremento no rendimento de grão (SILVA et al., 2006). A correlação negativa entre RG e TP foi de fraca e forte magnitude para a geral e a população 4 (Tabela 3.2). Esta situação já era esperada, uma vez que há maior gasto energético para formação de proteínas, comprometendo o acúmulo de carboidratos e consequentemente resultando em menor RG (SOUZA et al., 2004; SCHMIDT et al., 2009).

A correlação entre RG e Fibras foi significativa e negativa, de média e forte magnitude, respectivamente para os genitores e para a geral (Tabela 3.2). Isto ocorre devido a maior parte das fibras (53%) estar presente nas camadas externas do grão. Assim, quanto menor for o grão de trigo, maior será o número de grãos necessários, obtendo-se um maior teor de fibras na farinha integral (SRAMKOVÁ, GREGOVÁ e STURDÍK, 2009). Notou-se ainda, que a associação entre RG e Sacarose foi significativa e positiva nas populações 4 e 5 (Tabela 3.2).

A associação significativa positiva (0,306) (Tabela 3.2) entre os caracteres PH e FN, na geral, pode ser explicada pelo fato de um aumento na atividade da alfa-amilase, estimulada por uma condição que favorece a germinação, acelera o metabolismo, promovendo a perda de matéria seca dos grãos, e consequentemente, redução do PH (CARVALHO e BELEIA, 2015). Ainda na geral, PH e fibras

apresentaram uma correlação negativa significativa de fraca magnitude (-0,186) (Tabela 3.2).

Quando os grãos de trigo são muito pequenos, e apresentam valor de PH menor que 72, o lote de trigo é considerado fora de tipo (BRASIL, 2010). A maior concentração de fibras encontram-se nas camadas externas do grão, assim, para obter uma farinha com alto teor de fibras, será necessária uma maior quantidade de grãos pequenos (SRAMKOVÁ, GREGOVÁ e STURDÍK, 2009). No entanto, sabe-se que esta associação não é desejável, uma vez que, lotes de trigo com PH inferior a 72, não são destinados à alimentação humana, mas sim para a alimentação animal. Quando observa-se a correlação positiva significativa entre PH x amido na população 2, pode-se inferir que, grãos maiores apresentam maior PH, assim como, maior teor de amido, uma vez que o grão na sua composição apresenta cerca de 70% do seu peso de amido (SCHEUER et al., 2011).

Apenas os genitores apresentaram associação significativa positiva, de forte magnitude entre os caracteres FN e CS (Tabela 3.2). Ambos caracteres identificam a quantidade de amido danificado na amostra de farinha integral. Na geral e nas populações 3 e 4 foram identificadas correlações significativas negativas de magnitude média entre FN e Cinzas (Tabela 3.2). Teores altos de cinzas podem escurecer o núcleo e a crosta, em pães, tornando-se um fator indesejável. Em contrapartida, em produtos como biscoitos e bolos, o teor elevado de cinzas não interfere na qualidade do produto final, e ainda é um aliado na qualidade nutricional (MADEIRA et al., 2015). Farinhas que apresentam FN entre 200 – 250 são destinados para a fabricação de bolos. Assim, farinhas com um teor alto de cinzas e FN mais baixo são ideais para fabricar bolos.

As correlações entre água x sacarose e água x AL (Tabela 3.2), indicam que amostras de farinhas com maior capacidade de absorção de água, maior teor de fibras e proteínas, são de boa qualidade, uma vez que, quanto maior a quantidade de proteínas e fibras solúveis, maior a absorção de água. Valores similares foram encontrados comparando em suas pesquisas a qualidade industrial de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados (COSTA et al., 2008). A quantidade de amido danificado também interfere na absorção de água, ou seja, quanto maior for a quantidade de amido danificado na amostra maior será a absorção de água (MADEIRA et al., 2015).

Tabela 3. 2 - Coeficientes das correlações fenotípicas entre caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações de trigo e seus genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

|    |   |          | Geral   | Genitores | Pop1   | Pop2    | Pop3   | Pop4   | Pop5    | Pop6   |
|----|---|----------|---------|-----------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| RG | x | PH       | 0,337*  | -0,274    | 0,327  | 0,350   | 0,425* | 0,573* | 0,388   | -0,146 |
| RG | x | MMG      | 0,083   | 0,002     | 0,024  | -0,099  | 0,591* | 0,010  | -0,182  | 0,047  |
| RG | x | FN       | 0,167   | -0,495    | -0,049 | -0,085  | 0,123  | -0,144 | 0,336   | -0,273 |
| RG | x | Água     | 0,287*  | -0,130    | 0,206  | -0,110  | 0,156  | 0,023  | -0,192  | 0,581  |
| RG | x | Sacarose | 0,137   | -0,423    | -0,161 | 0,117   | -0,138 | 0,365* | 0,548*  | 0,219  |
| RG | x | CS       | -0,088  | -0,420    | 0,143  | 0,665*  | -0,368 | -0,333 | 0,000   | 0,268  |
| RG | x | AL       | 0,205*  | -0,442    | 0,223  | -0,131  | -0,214 | 0,401* | -0,249  | 0,313  |
| RG | x | TP       | -0,277* | -0,692    | -0,350 | -0,039  | -0,240 | -0,199 | -0,639* | -0,160 |
| RG | x | Umidade  | 0,103   | -0,416    | -0,123 | -0,047  | 0,072  | 0,033  | -0,050  | 0,374  |
| RG | x | Gordura  | 0,331   | -0,126    | 0,481* | 0,155   | 0,120  | -0,097 | 0,206   | -0,007 |
| RG | x | Fibra    | -0,336* | -0,803*   | -0,346 | -0,078  | -0,184 | -0,302 | -0,199  | -0,296 |
| RG | x | Cinzas   | -0,142  | 0,056     | 0,243  | -0,749* | 0,056  | 0,352  | -0,366  | -0,078 |
| RG | x | Amido    | 0,106   | 0,838*    | 0,281  | 0,289   | 0,024  | 0,210  | 0,583*  | -0,154 |
| PH | x | MMG      | 0,153   | 0,335     | 0,140  | 0,287   | 0,280  | -0,039 | 0,251   | 0,092  |
| PH | x | FN       | 0,306*  | 0,618     | 0,229  | 0,198   | 0,348  | 0,224  | 0,184   | 0,198  |
| PH | x | Água     | 0,114   | 0,843*    | 0,194  | -0,466  | 0,210  | -0,201 | -0,328  | 0,340  |
| PH | x | Sacarose | 0,083   | 0,353     | -0,045 | -0,313  | 0,299  | -0,071 | 0,532*  | -0,101 |
| PH | x | CS       | 0,066   | 0,329     | 0,283  | 0,014   | 0,076  | -0,250 | 0,126   | 0,666* |
| PH | x | AL       | 0,120   | 0,577     | 0,173  | -0,145  | 0,158  | 0,221  | -0,113  | 0,163  |
| PH | x | TP       | -0,056  | 0,272     | -0,169 | 0,051   | 0,014  | 0,031  | -0,046  | 0,064  |
| PH | x | Umidade  | 0,060   | -0,220    | -0,190 | 0,412   | 0,124  | 0,300  | 0,144   | -0,358 |
| PH | x | Gordura  | 0,363*  | 0,612     | 0,442  | 0,076   | 0,330  | 0,175  | 0,366   | 0,274  |
| PH | x | Fibra    | -0,186* | 0,171     | -0,023 | 0,172   | -0,093 | -0,303 | -0,321  | -0,081 |
| PH | x | Cinzas   | -0,293* | -0,555    | -0,176 | -0,516  | -0,050 | -0,146 | -0,454  | -0,462 |

Continuação...

Continuação...

|      |   |          |         |        |         |         |         |         |         |        |
|------|---|----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| PH   | x | Amido    | 0,015   | -0,171 | 0,115   | 0,650*  | -0,231  | 0,116   | 0,016   | -0,041 |
| MMG  | x | FN       | -0,003  | -0,024 | -0,098  | 0,486   | 0,199   | -0,158  | 0,303   | 0,024  |
| MMG  | x | Água     | -0,092  | 0,219  | -0,333  | -0,427  | 0,109   | -0,042  | -0,020  | 0,166  |
| MMG  | x | Sacarose | -0,168  | -0,457 | -0,311  | -0,026  | -0,060  | -0,233  | -0,138  | 0,138  |
| MMG  | x | CS       | -0,043  | -0,195 | 0,098   | -0,188  | -0,234  | -0,048  | 0,260   | 0,304  |
| MMG  | x | AL       | -0,166  | 0,171  | -0,186  | -0,321  | -0,025  | -0,263  | 0,142   | -0,044 |
| MMG  | x | TP       | 0,053   | 0,019  | 0,159   | 0,205   | -0,037  | -0,054  | 0,133   | 0,029  |
| MMG  | x | Umidade  | -0,135  | -0,588 | -0,009  | -0,237  | -0,009  | -0,101  | -0,131  | -0,409 |
| MMG  | x | Gordura  | 0,031   | -0,227 | 0,036   | -0,415  | 0,284   | -0,137  | 0,361   | -0,138 |
| MMG  | x | Fibra    | 0,015   | 0,108  | 0,228   | -0,205  | -0,116  | -0,163  | 0,131   | 0,083  |
| MMG  | x | Cinzas   | -0,029  | -0,321 | -0,060  | 0,020   | -0,036  | 0,047   | -0,057  | -0,383 |
| MMG  | x | Amido    | -0,016  | 0,437  | -0,218  | 0,357   | -0,071  | 0,079   | -0,144  | 0,029  |
| FN   | x | Água     | 0,270*  | 0,207  | 0,297   | -0,236  | -0,113  | 0,148   | -0,310  | 0,213  |
| FN   | x | Sacarose | 0,185*  | 0,848* | 0,158   | -0,340  | 0,448*  | 0,118   | 0,258   | -0,068 |
| FN   | x | CS       | -0,001  | 0,899* | -0,017  | -0,345  | 0,014   | 0,028   | -0,218  | -0,122 |
| FN   | x | AL       | 0,085   | 0,879* | 0,084   | -0,689* | 0,025   | 0,134   | -0,336  | -0,250 |
| FN   | x | TP       | -0,181  | 0,671  | 0,011   | -0,545  | 0,220   | -0,308  | -0,517* | -0,045 |
| FN   | x | Umidade  | 0,011   | 0,295  | -0,369  | -0,073  | 0,375   | -0,083  | -0,330  | -0,556 |
| FN   | x | Gordura  | 0,486*  | 0,360  | 0,337   | -0,377  | 0,125   | 0,656*  | 0,237   | 0,284  |
| FN   | x | Fibra    | -0,135  | 0,295  | 0,201   | 0,209   | -0,674* | 0,130   | 0,137   | -0,146 |
| FN   | x | Cinzas   | -0,399* | -0,385 | -0,152  | 0,131   | -0,500* | -0,527* | -0,276  | -0,281 |
| FN   | x | Amido    | 0,138   | -0,664 | 0,042   | 0,578   | -0,058  | 0,495*  | 0,525*  | 0,188  |
| Água | x | Sacarose | 0,478*  | 0,140  | 0,388   | 0,153   | 0,224   | 0,650*  | -0,119  | 0,165  |
| Água | x | CS       | 0,204*  | 0,021  | 0,026   | 0,392   | -0,050  | 0,602*  | -0,114  | 0,435  |
| Água | x | AL       | 0,366*  | 0,301  | 0,409   | 0,667*  | 0,130   | 0,261   | -0,082  | -0,050 |
| Água | x | TP       | -0,090  | 0,004  | -0,522* | -0,241  | -0,242  | -0,265  | 0,021   | -0,371 |
| Água | x | Umidade  | 0,022   | -0,418 | -0,421  | 0,139   | -0,056  | -0,058  | -0,107  | -0,167 |

Continuação...

Continuação...

|          |   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Água     | x | Gordura | 0,492*  | 0,797*  | 0,603*  | 0,739*  | 0,219   | 0,301   | -0,395  | 0,141   |
| Água     | x | Fibra   | -0,200* | -0,082  | -0,422  | -0,145  | 0,010   | 0,323   | -0,166  | -0,171  |
| Água     | x | Cinzas  | -0,255* | -0,524  | 0,034   | -0,021  | -0,160  | -0,135  | 0,305   | -0,157  |
| Água     | x | Amido   | -0,073  | -0,015  | 0,523*  | -0,341  | 0,108   | 0,101   | 0,219   | 0,212   |
| Sacarose | x | CS      | 0,391*  | 0,940*  | 0,019   | 0,222   | 0,289   | 0,370*  | 0,228   | 0,088   |
| Sacarose | x | AL      | 0,477*  | 0,782*  | 0,121   | 0,009   | 0,315   | 0,614*  | -0,416  | -0,186  |
| Sacarose | x | TP      | 0,001   | 0,602   | 0,196   | 0,574   | 0,484*  | -0,112  | -0,262  | 0,525   |
| Sacarose | x | Umidade | 0,094   | 0,405   | 0,135   | -0,023  | 0,517*  | -0,119  | -0,450  | 0,025   |
| Sacarose | x | Gordura | 0,227*  | 0,559   | 0,038   | -0,113  | 0,282   | 0,100   | -0,152  | -0,075  |
| Sacarose | x | Fibra   | -0,187* | 0,037   | -0,304  | 0,011   | -0,260  | -0,041  | -0,174  | -0,252  |
| Sacarose | x | Cinzas  | -0,167  | -0,318  | -0,465* | 0,185   | -0,045  | 0,025   | 0,057   | -0,079  |
| Sacarose | x | Amido   | -0,443* | -0,799* | -0,082  | -0,551  | -0,500* | 0,138   | 0,504   | -0,523  |
| CS       | x | AL      | 0,338*  | 0,892*  | 0,278   | 0,366   | 0,255   | -0,063  | 0,400   | 0,216   |
| CS       | x | TP      | 0,405*  | 0,693   | -0,003  | 0,129   | 0,399   | 0,105   | 0,468   | 0,210   |
| CS       | x | Umidade | 0,189*  | 0,320   | 0,141   | 0,153   | 0,328   | -0,116  | -0,199  | 0,197   |
| CS       | x | Gordura | 0,122   | 0,389   | 0,134   | 0,439   | -0,117  | 0,134   | 0,208   | 0,092   |
| CS       | x | Fibra   | -0,124  | 0,048   | -0,027  | -0,466  | 0,080   | 0,214   | -0,163  | -0,366  |
| CS       | x | Cinzas  | -0,198* | -0,401  | -0,185  | -0,818* | 0,016   | -0,132  | -0,119  | -0,419  |
| CS       | x | Amido   | -0,385* | -0,726  | -0,059  | -0,007  | -0,087  | -0,252  | -0,335  | -0,368  |
| AL       | x | TP      | 0,298*  | 0,567   | -0,307  | 0,264   | 0,007   | 0,063   | 0,482   | 0,272   |
| AL       | x | Umidade | 0,139   | -0,070  | -0,361  | 0,064   | 0,154   | 0,139   | 0,189   | 0,419   |
| AL       | x | Gordura | 0,340*  | 0,510   | 0,178   | 0,679*  | 0,504*  | 0,211   | 0,140   | 0,547   |
| AL       | x | Fibra   | -0,227* | 0,066   | -0,070  | -0,390  | 0,448*  | -0,146  | 0,010   | -0,625* |
| AL       | x | Cinzas  | -0,228* | -0,477  | 0,193   | -0,205  | -0,186  | -0,055  | -0,268  | -0,703* |
| AL       | x | Amido   | -0,392* | -0,565  | 0,219   | -0,426  | 0,046   | 0,128   | -0,557* | -0,499  |
| TP       | x | Umidade | 0,126   | 0,609   | 0,212   | -0,072  | 0,358   | 0,022   | -0,072  | 0,227   |
| TP       | x | Gordura | -0,257* | 0,052   | -0,66*  | -0,295  | -0,404  | -0,513* | -0,019  | -0,083  |

Continuação...

Continuação...

|         |   |         |         |        |         |        |         |         |         |         |
|---------|---|---------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| TP      | x | Fibra   | -0,187* | 0,417  | 0,266   | -0,470 | -0,275  | -0,387* | -0,413  | -0,541  |
| TP      | x | Cinzas  | -0,082  | -0,574 | -0,099  | -0,005 | 0,016   | -0,241  | 0,197   | -0,451  |
| TP      | x | Amido   | -0,816* | -0,734 | -0,922* | -0,572 | -0,500* | -0,842* | -0,849* | -0,904* |
| Umidade | x | Gordura | 0,255*  | -0,273 | -0,329  | 0,487  | 0,158   | 0,157   | 0,420   | 0,092   |
| Umidade | x | Fibra   | -0,199* | 0,450  | 0,059   | 0,215  | -0,395  | -0,082  | 0,055   | -0,493  |
| Umidade | x | Cinzas  | -0,413* | 0,046  | -0,371  | -0,202 | -0,151  | -0,355  | -0,583* | 0,095   |
| Umidade | x | Amido   | -0,243* | -0,617 | -0,307  | 0,228  | -0,202  | -0,008  | -0,369  | -0,509  |
| Gordura | x | Fibra   | -0,280* | -0,312 | -0,189  | 0,057  | 0,147   | 0,266   | -0,209  | -0,469  |
| Gordura | x | Cinzas  | -0,483* | -0,427 | 0,007   | -0,351 | -0,172  | -0,405* | -0,542* | -0,561  |
| Gordura | x | Amido   | -0,028  | -0,315 | 0,592*  | 0,073  | 0,041   | 0,558*  | -0,339  | -0,137  |
| Fibra   | x | Cinzas  | 0,356*  | 0,285  | 0,251   | 0,308  | 0,258   | 0,052   | 0,079   | 0,680*  |
| Fibra   | x | Amido   | 0,203*  | -0,509 | -0,440  | 0,411  | 0,107   | 0,247   | 0,286   | 0,714*  |
| Cinzas  | x | Amido   | 0,016   | 0,091  | -0,098  | -0,433 | -0,628* | -0,013  | 0,055   | 0,520   |

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. Pop: população; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes; População 6: Fundacep Nova Era x CD 120; RG: Rendimento de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ); PH: peso hectolitro ( $\text{Kg hL}^{-1}$ ); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína ( $\text{g 100 g}^{-1}$ ); umidade (%), gordura ( $\text{g 100 g}^{-1}$ ); fibras ( $\text{g 100 g}^{-1}$ ); cinzas ( $\text{g 100 g}^{-1}$ ); Amido (%).

Duas correlações negativas e de magnitude média foram encontradas entre os caracteres sacarose e amido (Geral e população 3) (Tabela 3.2). Genótipos de trigo com menor teor de arabinoxilanos, podem possuir maior proporção de amido e consequentemente maior taxa de extração de farinha durante o processo de moagem (GARCIA-SANTAMARIA, HUA e SNELLER, 2018). As correlações significativas positivas encontradas (Tabela 3.2) entre os quatro solventes utilizados na realização da capacidade de retenção de solventes (água, sacarose, carbonato de sódio e ácido láctico), também já foram relatados em outros estudos com trigo (SMITH et al., 2011; CABRERA et al., 2015; HOFFSTETTER, CABRERA e SNELLER, 2016).

Uma correlação positiva significativa entre AL x TP (0,298) foi detectada apenas na análise geral (Tabela 3.2). Esta associação pode ser explicada pelo efeito de subunidades de glutenina de alto peso molecular (HMW), que fazem parte do TP. Os alelos de glutenina HMW codificados em Glu-A1 e Glu-B1 causam diferenças significativas nos parâmetros de qualidade relacionados à força do glúten (extensibilidade e força) e rendimento de farinha e TP (IGREJAS et al., 2002; GARCIA-SANTAMARIA, HUA e SNELLER, 2018). Correlações positivas entre esses dois caracteres foram relatadas anteriormente (GUTTIERI e SOUZA, 2003; KNOTT, VAN SANFORD e SOUZA, 2009). A falta de associação desses caracteres foi observada em estudo com trigo branco mole (GUTTIERI et al., 2001).

A associação positiva entre AL x gordura encontrada na geral (média magnitude) e nas populações 2 (forte magnitude) e 3 (média magnitude) (Tabela 3.2) é considerada importante, uma vez que a gordura tem papel importante na funcionalidade da massa, pois interage com as proteínas do glúten (gliadinas e gluteninas), além de fornecer estabilidade das células para reter o gás durante o processo de panificação (PAREYT et al., 2011; GONZÁLEZ-THUILLIER et al., 2015).

Para geral e as populações 1 e 4 a correlação negativa entre TP x gordura (Tabela 3.2), é considerada importante quando se busca dietas ricas em alimentos integrais e baixo teor de gordura. Apesar dos lipídios lubrificarem e plastificarem a massa no pão, em especial as proteínas formadoras do glúten (MEHTA et al., 2009), a gordura deve ser restrita ou reduzida na dieta, por ser um fator limitante de obesidade (VALENZUELA e SANHUEZA, 2008) e fator de doença crônicas (BRASIL, 2005).

Já a associação negativa entre TP x Fibras (Geral e população 4) (Tabela 3.2), é explicada devido a uma maior competição por água, onde ocorre interação entre as fibras e as proteínas formadoras de glúten, e por consequência deterioraram a estrutura da rede de glúten e reduzem a estabilidade da massa (WANG et al., 2017), além de afetar o volume específico do pão e a dureza do miolo (ROSELL e SANTOS, 2010).

Com exceção dos genitores e da população 2, as demais apresentaram a associação significativa e negativa entre TP e amido (Tabela 3.2). Associações de média magnitude na população 3, forte magnitude na geral e nas populações 4 e 5 e associação de fortíssima magnitude nas populações 1 e 6 foram observadas. A planta gasta em média de 15 a 23% dos carboidratos no processo de assimilação de nitrogênio. Assim, quanto maior for a eficiência de uma constituição genética em absorver nitrogênio e convertê-lo em proteína, maior será o consumo de carboidratos, determinando a redução do acúmulo de amido (SCHMIDT et al., 2009).

As populações 1 e 4 apresentaram correlação positiva significativa entre gordura e amido (Tabela 3.2). Essa associação desempenha papel bastante significativo na qualidade e na textura dos alimentos devido à sua capacidade de associação da gordura com o amido, formando complexos de inclusão e retenção do gás no processo de panificação (SRAMKOVÁ, GREGOVÁ e STURDÍK, 2009).

De um total de 91 possibilidades de correlação, apenas 25 pares não se correlacionaram em nenhuma população, genitores ou na geral, indicando que a maioria dos caracteres de qualidade apresentaram-se associados. Embora tenha-se avaliado correlações de duas formas distintas: uma geral considerando os 113 genótipos, e outra na qual genitores e cada população foram avaliados individualmente, pode-se observar que nos pares significativos o sentido das correlações se manteve nestas duas formas distintas, com exceção de dois pares: FN x AL, que foi positiva para os pais (0,879) e negativa na população 2 (-0,689) e o par AL x fibras que apresentou correlação negativa na geral (-0,187) e na população 6 (-0,625) e correlação positiva na população 3 (0,448). Essa alteração pode ter ocorrido devido a diferença existente entre os caracteres do par, nas suas referidas populações, bem como, o número de amostras, uma vez que, um tamanho pequeno de amostra precisará ter elevada magnitude para ser considerado significativo o coeficiente de correlação. Entretanto, neste caso por ser uma amostra pequena, ela

não é representativa da população. Já em amostras grandes, um pequeno valor de correlação é considerado significativo, embora do ponto de vista prático, não reflita numa relação linear entre os caracteres, que seja importante (HAIR et al., 2005; CARGNELUTTI FILHO et al., 2010).

Com a finalidade de detalhar as correlações, foi realizada uma análise de trilha com o intuito de estudar os efeitos diretos e indiretos dos caracteres de qualidade sobre o caráter RG (Tabela 3.3). Verificou-se que as associações entre RG e os caracteres de qualidade não diferem muito daquelas observadas na correlação linear de *Pearson*. Na relação direta de PH sobre RG, observou-se que apenas na população 3 houve um acréscimo via efeito indireto do caráter MMG (0,121) e quando se observa o efeito de MMG sobre RG, a mesma população apresentou um efeito direto de 0,434, e um incremento de forma indireta via PH (0,108). Na geral e na população 4, os efeitos indiretos via os demais caracteres foram muitos pequenos, sendo que o valor da correlação foi em sua maior parte devido ao efeito direto do PH sobre RG. O efeito direto do PH sobre o RG foi muito baixo, tendo sido expressivo o seu efeito indireto via MMG, número de grãos por espiga e número de espigas (GODIM et al., 2008).

A relação de causa e efeito perfeita é aquela onde o efeito direto do caráter sobre o RG apresenta um valor correspondente à correlação linear apresentada entre eles. Isso pode ser observado no desdobramento das correlações fenotípicas: PH x RG e Sacarose x RG (população 4); gordura x RG (população 1) (Tabela 3.2). A seleção direta sobre um dos caracteres PH, Sacarose ou gordura, apresentará uma eficiente melhora no RG, e não exercerá efeito em nenhum outro caráter avaliado (VENCOVSKI e BARRIGA, 1992).

O caráter água contribui com um efeito direto de 0,095 para a correlação fenotípica de 0,287, na geral, sendo influenciada principalmente pelos efeitos indiretos causados por sacarose, AL e fibras (0,079; 0,062 e 0,059, respectivamente). Uma farinha com maior teor de fibras e proteínas, tem maior absorção de água, uma vez que fibras, necessitam de mais água para serem hidratadas (ASSIS et al., 2009). Já para o caráter sacarose, notou-se uma elevada expressão dos efeitos indiretos via amido e TP (0,226 e 0,181, respectivamente), na população 5, que contribuíram com a correlação fenotípica. Também fica evidenciado o efeito indireto negativo via FN (-0,121) (Tabela 3.3).

Tabela 3. 3 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos de caracteres relacionados a qualidade industrial sobre o caráter rendimento de grãos em seis populações segregantes de trigos e os genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

|                              | Geral  | Genit. | Pop1   | Pop2   | Pop3   | Pop4   | Pop5   | Pop6   |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Variável: PH                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Efeito direto sobre RG       | 0,219  | 0,137  | 0,219  | 0,441  | 0,385  | 0,550  | -0,109 | -0,306 |
| Efeito indireto via MMG      | 0,021  | -0,049 | 0,006  | -0,058 | 0,121  | -0,001 | 0,027  | -0,008 |
| Efeito indireto via FN       | -0,009 | 0,109  | 0,015  | -0,026 | -0,012 | -0,047 | -0,086 | 0,038  |
| Efeito indireto via Água     | 0,011  | -0,118 | -0,051 | 0,114  | 0,011  | -0,019 | 0,124  | 0,145  |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,014  | 0,016  | 0,004  | -0,107 | -0,013 | -0,025 | 0,088  | -0,045 |
| Efeito indireto via CS       | -0,007 | 0,014  | 0,001  | 0,005  | -0,020 | 0,065  | 0,004  | 0,146  |
| Efeito indireto via AL       | 0,020  | -0,075 | 0,035  | 0,083  | -0,014 | 0,018  | -0,013 | 0,120  |
| Efeito indireto via TP       | 0,022  | -0,082 | -0,024 | -0,014 | -0,002 | -0,006 | 0,032  | -0,044 |
| Efeito indireto via umidade  | 0,006  | -0,017 | -0,049 | -0,203 | 0,033  | -0,018 | -0,032 | -0,058 |
| Efeito indireto via Gordura  | -0,014 | -0,093 | 0,216  | 0,037  | -0,055 | -0,016 | 0,047  | -0,130 |
| Efeito indireto via Fibra    | 0,053  | -0,085 | 0,011  | -0,026 | 0,005  | 0,033  | 0,173  | -0,011 |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,020 | 0,054  | -0,078 | 0,172  | -0,010 | -0,026 | 0,133  | 0,009  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,000  | -0,092 | 0,011  | -0,090 | -0,044 | 0,003  | 0,007  | 0,012  |
| Total                        | 0,337  | -0,274 | 0,327  | 0,350  | 0,425  | 0,573  | 0,388  | -0,146 |
| Variável: MMG                |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Efeito direto sobre RG       | 0,138  | -0,146 | 0,043  | -0,202 | 0,434  | 0,032  | 0,107  | -0,083 |
| Efeito indireto via PH       | 0,033  | 0,046  | 0,031  | 0,127  | 0,108  | -0,022 | -0,027 | -0,028 |
| Efeito indireto via FN       | 0,000  | -0,004 | -0,006 | -0,064 | -0,007 | 0,033  | -0,142 | 0,005  |
| Efeito indireto via Água     | -0,009 | -0,031 | 0,087  | 0,104  | 0,006  | -0,004 | 0,007  | 0,071  |
| Efeito indireto via Sacarose | -0,028 | -0,020 | 0,026  | -0,009 | 0,003  | -0,082 | -0,023 | 0,061  |
| Efeito indireto via CS       | 0,005  | -0,008 | 0,000  | -0,064 | 0,061  | 0,013  | 0,008  | 0,067  |
| Efeito indireto via AL       | -0,028 | -0,022 | -0,038 | 0,184  | 0,002  | -0,021 | 0,017  | -0,032 |
| Efeito indireto via TP       | -0,021 | -0,006 | 0,023  | -0,055 | 0,006  | 0,010  | -0,092 | -0,020 |
| Efeito indireto via umidade  | -0,014 | -0,045 | -0,002 | 0,117  | -0,003 | 0,006  | 0,030  | -0,066 |
| Efeito indireto via Gordura  | -0,001 | 0,035  | 0,017  | -0,201 | -0,047 | 0,012  | 0,046  | 0,066  |
| Efeito indireto via Fibra    | -0,004 | -0,054 | -0,112 | 0,032  | 0,006  | 0,018  | -0,071 | 0,012  |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,002 | 0,031  | -0,027 | -0,007 | -0,007 | 0,008  | 0,017  | 0,008  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,001  | 0,234  | -0,020 | -0,049 | -0,013 | 0,002  | -0,065 | -0,009 |
| Total                        | 0,083  | 0,002  | 0,024  | -0,099 | 0,591  | 0,010  | -0,182 | 0,047  |
| Variável: FN                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Efeito direto sobre RG       | -0,028 | 0,177  | 0,066  | -0,131 | -0,034 | -0,210 | -0,470 | 0,195  |
| Efeito indireto via PH       | 0,067  | 0,085  | 0,050  | 0,087  | 0,134  | 0,123  | -0,020 | -0,060 |
| Efeito indireto via MMG      | 0,000  | 0,003  | -0,004 | -0,098 | 0,086  | -0,005 | 0,032  | -0,002 |
| Efeito indireto via Água     | 0,026  | -0,029 | -0,078 | 0,057  | -0,006 | 0,014  | 0,118  | 0,091  |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,031  | 0,037  | -0,013 | -0,116 | -0,019 | 0,042  | 0,042  | -0,030 |
| Efeito indireto via CS       | 0,000  | 0,037  | 0,000  | -0,117 | -0,004 | -0,007 | -0,007 | -0,027 |
| Efeito indireto via AL       | 0,014  | -0,114 | 0,017  | 0,394  | -0,002 | 0,011  | -0,040 | -0,184 |
| Efeito indireto via TP       | 0,072  | -0,203 | 0,002  | 0,147  | -0,034 | 0,059  | 0,356  | 0,031  |

Continuação...

## Continuação...

|                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito indireto via umidade | 0,001  | 0,023  | -0,094 | 0,036  | 0,100  | 0,005  | 0,074  | -0,090 |
| Efeito indireto via Gordura | -0,019 | -0,055 | 0,164  | -0,182 | -0,021 | -0,059 | 0,030  | -0,135 |
| Efeito indireto via Fibra   | 0,038  | -0,147 | -0,098 | -0,032 | 0,035  | -0,014 | -0,074 | -0,020 |
| Efeito indireto via Cinzas  | -0,028 | 0,037  | -0,067 | -0,044 | -0,098 | -0,093 | 0,081  | 0,006  |
| Efeito indireto via Amido   | -0,004 | -0,356 | 0,004  | -0,080 | -0,011 | 0,014  | 0,235  | -0,055 |
| Total                       | 0,167  | -0,495 | -0,049 | -0,085 | 0,123  | -0,144 | 0,336  | -0,273 |

## Variável: Água

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | 0,095  | -0,140 | -0,262 | -0,244 | 0,052  | 0,093  | -0,379 | 0,427  |
| Efeito indireto via PH       | 0,025  | 0,116  | 0,043  | -0,206 | 0,081  | -0,110 | 0,036  | -0,104 |
| Efeito indireto via MMG      | -0,013 | -0,032 | -0,014 | 0,086  | 0,047  | -0,001 | -0,002 | -0,014 |
| Efeito indireto via FN       | -0,008 | 0,037  | 0,019  | 0,031  | 0,004  | -0,031 | 0,146  | 0,041  |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,079  | 0,006  | -0,033 | 0,052  | -0,010 | 0,229  | -0,020 | 0,073  |
| Efeito indireto via CS       | -0,023 | 0,001  | 0,000  | 0,133  | 0,013  | -0,157 | -0,004 | 0,095  |
| Efeito indireto via AL       | 0,062  | -0,039 | 0,083  | -0,381 | -0,011 | 0,021  | -0,010 | -0,037 |
| Efeito indireto via TP       | 0,036  | -0,001 | -0,075 | 0,065  | 0,037  | 0,051  | -0,014 | 0,256  |
| Efeito indireto via umidade  | 0,002  | -0,032 | -0,108 | -0,069 | -0,015 | 0,004  | 0,024  | -0,027 |
| Efeito indireto via Gordura  | -0,019 | -0,121 | 0,294  | 0,358  | -0,036 | -0,027 | -0,050 | -0,067 |
| Efeito indireto via Fibra    | 0,057  | 0,041  | 0,208  | 0,022  | -0,001 | -0,035 | 0,090  | -0,024 |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,018 | 0,051  | 0,015  | 0,007  | -0,031 | -0,024 | -0,089 | 0,003  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,002  | -0,008 | 0,049  | 0,047  | 0,020  | 0,003  | 0,098  | -0,062 |
| Total                        | 0,287  | -0,130 | 0,206  | -0,110 | 0,156  | 0,023  | -0,192 | 0,581  |

## Variável: Sacarose

|                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG      | 0,165  | 0,044  | -0,084 | 0,341  | -0,043 | 0,353  | 0,165  | 0,442  |
| Efeito indireto via PH      | 0,018  | 0,049  | -0,010 | -0,138 | 0,115  | -0,039 | -0,058 | 0,031  |
| Efeito indireto via MMG     | -0,023 | 0,067  | -0,013 | 0,005  | -0,026 | -0,007 | -0,015 | -0,011 |
| Efeito indireto via FN      | -0,005 | 0,150  | 0,010  | 0,045  | -0,015 | -0,025 | -0,121 | -0,013 |
| Efeito indireto via Água    | 0,045  | -0,020 | -0,102 | -0,037 | 0,012  | 0,060  | 0,045  | 0,071  |
| Efeito indireto via CS      | -0,044 | 0,039  | 0,000  | 0,075  | -0,075 | -0,097 | 0,007  | 0,019  |
| Efeito indireto via AL      | 0,080  | -0,102 | 0,025  | -0,005 | -0,027 | 0,049  | -0,049 | -0,137 |
| Efeito indireto via TP      | -0,172 | -0,182 | 0,028  | -0,155 | -0,075 | 0,022  | 0,181  | -0,363 |
| Efeito indireto via umidade | 0,010  | 0,031  | 0,035  | 0,011  | 0,138  | 0,007  | 0,101  | 0,004  |
| Efeito indireto via Gordura | -0,009 | -0,085 | 0,019  | -0,055 | -0,047 | -0,009 | -0,019 | 0,035  |
| Efeito indireto via Fibra   | 0,053  | -0,018 | 0,149  | -0,002 | 0,013  | 0,005  | 0,094  | -0,035 |
| Efeito indireto via Cinzas  | -0,012 | 0,031  | -0,205 | -0,062 | -0,009 | 0,004  | -0,017 | 0,002  |
| Efeito indireto via Amido   | 0,014  | -0,428 | -0,008 | 0,076  | -0,094 | 0,004  | 0,226  | 0,154  |
| Total                       | 0,137  | -0,423 | -0,161 | 0,117  | -0,138 | 0,365  | 0,548  | 0,219  |

## Variável: CS

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | -0,112 | 0,041  | 0,003  | 0,340  | -0,260 | -0,261 | 0,033  | 0,219  |
| Efeito indireto via PH       | 0,014  | 0,045  | 0,062  | 0,006  | 0,029  | -0,138 | -0,014 | -0,204 |
| Efeito indireto via MMG      | -0,006 | 0,028  | 0,004  | 0,038  | -0,101 | -0,002 | 0,028  | -0,025 |
| Efeito indireto via FN       | 0,000  | 0,159  | -0,001 | 0,045  | 0,000  | -0,006 | 0,102  | -0,024 |
| Efeito indireto via Água     | 0,019  | -0,003 | -0,007 | -0,095 | -0,003 | 0,056  | 0,043  | 0,185  |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,064  | 0,042  | -0,002 | 0,076  | -0,013 | 0,131  | 0,038  | 0,039  |
| Efeito indireto via AL       | 0,057  | -0,116 | 0,056  | -0,210 | -0,022 | -0,005 | 0,047  | 0,159  |

Continuação...

## Continuação...

|                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito indireto via TP      | -0,162 | -0,210 | 0,000  | -0,035 | -0,061 | -0,020 | -0,322 | -0,145 |
| Efeito indireto via umidade | 0,019  | 0,025  | 0,036  | -0,075 | 0,088  | 0,007  | 0,045  | 0,032  |
| Efeito indireto via Gordura | -0,005 | -0,059 | 0,066  | 0,212  | 0,019  | -0,012 | 0,026  | -0,044 |
| Efeito indireto via Fibra   | 0,035  | -0,024 | 0,013  | 0,072  | -0,004 | -0,023 | 0,088  | -0,051 |
| Efeito indireto via Cinzas  | -0,014 | 0,039  | -0,082 | 0,273  | 0,003  | -0,023 | 0,035  | 0,008  |
| Efeito indireto via Amido   | 0,012  | -0,389 | -0,006 | 0,001  | -0,016 | -0,007 | -0,150 | 0,108  |
| Total                       | -0,088 | -0,420 | 0,143  | 0,665  | -0,368 | -0,333 | 0,000  | 0,268  |

## Variável: AL

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | 0,168  | -0,130 | 0,203  | -0,572 | -0,086 | 0,080  | 0,118  | 0,736  |
| Efeito indireto via PH       | 0,026  | 0,079  | 0,038  | -0,064 | 0,061  | 0,122  | 0,012  | -0,050 |
| Efeito indireto via MMG      | -0,023 | -0,025 | -0,008 | 0,065  | -0,011 | -0,008 | 0,015  | 0,004  |
| Efeito indireto via FN       | -0,002 | 0,155  | 0,005  | 0,090  | -0,001 | -0,028 | 0,158  | -0,049 |
| Efeito indireto via Água     | 0,035  | -0,042 | -0,107 | -0,162 | 0,007  | 0,024  | 0,031  | -0,021 |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,079  | 0,035  | -0,010 | 0,003  | -0,014 | 0,216  | -0,069 | -0,082 |
| Efeito indireto via CS       | -0,038 | 0,037  | 0,001  | 0,125  | -0,066 | 0,016  | 0,013  | 0,047  |
| Efeito indireto via TP       | -0,119 | -0,172 | -0,044 | -0,071 | -0,001 | -0,012 | -0,331 | -0,188 |
| Efeito indireto via umidade  | 0,014  | -0,005 | -0,092 | -0,032 | 0,041  | -0,009 | -0,043 | 0,068  |
| Efeito indireto via Gordura  | -0,013 | -0,078 | 0,087  | 0,329  | -0,084 | -0,019 | 0,018  | -0,260 |
| Efeito indireto via Fibra    | 0,064  | -0,033 | 0,034  | 0,060  | -0,023 | 0,016  | -0,006 | -0,087 |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,016 | 0,046  | 0,085  | 0,068  | -0,036 | -0,010 | 0,078  | 0,014  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,012  | -0,303 | 0,020  | 0,059  | 0,009  | 0,004  | -0,249 | 0,147  |
| Total                        | 0,205  | -0,442 | 0,223  | -0,131 | -0,214 | 0,401  | -0,249 | 0,313  |

## Variável: TP

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | -0,400 | -0,303 | 0,143  | -0,271 | -0,154 | -0,192 | -0,688 | -0,692 |
| Efeito indireto via PH       | -0,012 | 0,037  | -0,037 | 0,023  | 0,005  | 0,017  | 0,005  | -0,020 |
| Efeito indireto via MMG      | 0,007  | -0,003 | 0,007  | -0,041 | -0,016 | -0,002 | 0,014  | -0,002 |
| Efeito indireto via FN       | 0,005  | 0,119  | 0,001  | 0,071  | -0,007 | 0,065  | 0,243  | -0,009 |
| Efeito indireto via Água     | -0,009 | 0,000  | 0,137  | 0,059  | -0,013 | -0,025 | -0,008 | -0,158 |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,071  | 0,027  | -0,017 | 0,195  | -0,021 | -0,039 | -0,043 | 0,232  |
| Efeito indireto via CS       | -0,045 | 0,029  | 0,000  | 0,044  | -0,104 | -0,027 | 0,015  | 0,046  |
| Efeito indireto via AL       | 0,050  | -0,074 | -0,062 | -0,151 | -0,001 | 0,005  | 0,057  | 0,200  |
| Efeito indireto via umidade  | 0,013  | 0,047  | 0,054  | 0,035  | 0,096  | -0,001 | 0,016  | 0,037  |
| Efeito indireto via Gordura  | 0,010  | -0,008 | -0,323 | -0,143 | 0,067  | 0,046  | -0,002 | 0,039  |
| Efeito indireto via Fibra    | 0,053  | -0,208 | -0,131 | 0,072  | 0,014  | 0,042  | 0,223  | -0,075 |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,006 | 0,055  | -0,043 | 0,002  | 0,003  | -0,042 | -0,058 | 0,009  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,025  | -0,393 | -0,086 | 0,079  | -0,094 | -0,023 | -0,380 | 0,266  |
| Total                        | -0,277 | -0,692 | -0,350 | -0,039 | -0,240 | -0,199 | -0,639 | -0,160 |

## Variável: Umidade

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | 0,103  | 0,077  | 0,256  | -0,493 | 0,267  | -0,061 | -0,225 | 0,161  |
| Efeito indireto via PH       | 0,013  | -0,030 | -0,042 | 0,182  | 0,048  | 0,165  | -0,016 | 0,110  |
| Efeito indireto via MMG      | -0,019 | 0,086  | 0,000  | 0,048  | -0,004 | -0,003 | -0,014 | 0,034  |
| Efeito indireto via FN       | 0,000  | 0,052  | -0,024 | 0,010  | -0,013 | 0,017  | 0,155  | -0,108 |
| Efeito indireto via Água     | 0,002  | 0,058  | 0,111  | -0,034 | -0,003 | -0,005 | 0,040  | -0,071 |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,016  | 0,018  | -0,011 | -0,008 | -0,022 | -0,042 | -0,074 | 0,011  |

Continuação...

## Continuação...

|                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito indireto via CS      | -0,021 | 0,013  | 0,000  | 0,052  | -0,085 | 0,030  | -0,006 | 0,043  |
| Efeito indireto via AL      | 0,023  | 0,009  | -0,073 | -0,037 | -0,013 | 0,011  | 0,022  | 0,308  |
| Efeito indireto via TP      | -0,050 | -0,185 | 0,030  | 0,019  | -0,055 | -0,004 | 0,049  | -0,157 |
| Efeito indireto via Gordura | -0,010 | 0,042  | -0,160 | 0,236  | -0,026 | -0,014 | 0,053  | -0,044 |
| Efeito indireto via Fibra   | 0,056  | -0,225 | -0,029 | -0,033 | 0,020  | 0,009  | -0,030 | -0,068 |
| Efeito indireto via Cinzas  | -0,029 | -0,005 | -0,164 | 0,067  | -0,029 | -0,062 | 0,171  | -0,002 |
| Efeito indireto via Amido   | 0,008  | -0,331 | -0,029 | -0,032 | -0,038 | 0,000  | -0,165 | 0,150  |
| Total                       | 0,103  | -0,416 | -0,123 | -0,047 | 0,072  | 0,033  | -0,050 | 0,374  |

## Variável: Gordura

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | -0,038 | -0,152 | 0,488  | 0,484  | -0,166 | -0,091 | 0,127  | -0,476 |
| Efeito indireto via PH       | 0,080  | 0,084  | 0,097  | 0,033  | 0,127  | 0,095  | -0,040 | -0,084 |
| Efeito indireto via MMG      | 0,004  | 0,033  | 0,002  | 0,084  | 0,123  | -0,004 | 0,039  | 0,011  |
| Efeito indireto via FN       | -0,014 | 0,064  | 0,022  | 0,049  | -0,004 | -0,136 | -0,111 | 0,055  |
| Efeito indireto via Água     | 0,047  | -0,111 | -0,158 | -0,180 | 0,011  | 0,028  | 0,150  | 0,060  |
| Efeito indireto via Sacarose | 0,037  | 0,025  | -0,003 | -0,039 | -0,012 | 0,035  | -0,025 | -0,033 |
| Efeito indireto via CS       | -0,014 | 0,016  | 0,000  | 0,149  | 0,030  | -0,035 | 0,007  | 0,020  |
| Efeito indireto via AL       | 0,057  | -0,066 | 0,036  | -0,389 | -0,043 | 0,017  | 0,017  | 0,402  |
| Efeito indireto via TP       | 0,103  | -0,016 | -0,095 | 0,080  | 0,062  | 0,098  | 0,013  | 0,057  |
| Efeito indireto via Umidade  | 0,026  | -0,021 | -0,084 | -0,240 | 0,042  | -0,009 | -0,095 | 0,015  |
| Efeito indireto via Fibra    | 0,079  | 0,156  | 0,093  | -0,009 | -0,008 | -0,029 | 0,113  | -0,065 |
| Efeito indireto via Cinzas   | -0,033 | 0,041  | 0,003  | 0,117  | -0,033 | -0,072 | 0,159  | 0,011  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,001  | -0,169 | 0,055  | -0,010 | 0,008  | 0,017  | -0,152 | 0,040  |
| Total                        | 0,331  | -0,126 | 0,481  | 0,155  | 0,120  | -0,097 | 0,207  | -0,007 |

## Variável: Fibra

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG       | -0,284 | -0,499 | -0,491 | -0,154 | -0,052 | -0,111 | -0,540 | 0,139  |
| Efeito indireto via PH       | -0,041 | 0,023  | -0,005 | 0,076  | -0,036 | -0,165 | 0,035  | 0,025  |
| Efeito indireto via MMG      | 0,002  | -0,016 | 0,010  | 0,042  | -0,050 | -0,005 | 0,014  | -0,007 |
| Efeito indireto via FN       | 0,004  | 0,052  | 0,013  | -0,027 | 0,023  | -0,027 | -0,064 | -0,028 |
| Efeito indireto via Água     | -0,019 | 0,011  | 0,111  | 0,035  | 0,001  | 0,030  | 0,063  | -0,073 |
| Efeito indireto via Sacarose | -0,031 | 0,002  | 0,026  | 0,004  | 0,011  | -0,014 | -0,029 | -0,112 |
| Efeito indireto via CS       | 0,014  | 0,002  | 0,000  | -0,159 | -0,021 | -0,055 | -0,005 | -0,080 |
| Efeito indireto via AL       | -0,038 | -0,008 | -0,014 | 0,223  | -0,038 | -0,012 | 0,001  | -0,460 |
| Efeito indireto via TP       | 0,075  | -0,127 | 0,038  | 0,127  | 0,042  | 0,074  | 0,284  | 0,374  |
| Efeito indireto via Umidade  | -0,021 | 0,035  | 0,015  | -0,106 | -0,106 | 0,005  | -0,012 | -0,080 |
| Efeito indireto via Gordura  | 0,011  | 0,047  | -0,092 | 0,028  | -0,024 | -0,024 | -0,027 | 0,223  |
| Efeito indireto via Cinzas   | 0,025  | -0,028 | 0,111  | -0,103 | 0,050  | 0,009  | -0,023 | -0,014 |
| Efeito indireto via Amido    | -0,006 | -0,273 | -0,041 | -0,057 | 0,020  | 0,007  | 0,128  | -0,210 |
| Total                        | -0,338 | -0,803 | -0,346 | -0,078 | -0,184 | -0,302 | -0,199 | -0,296 |

## Variável: Cinzas

|                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito direto sobre RG   | 0,069  | -0,096 | 0,441  | -0,334 | 0,195  | 0,177  | -0,293 | -0,020 |
| Efeito indireto via PH   | -0,064 | -0,076 | -0,039 | -0,228 | -0,019 | -0,080 | 0,050  | 0,142  |
| Efeito indireto via MMG  | -0,004 | 0,047  | -0,003 | -0,004 | -0,016 | 0,001  | -0,006 | 0,032  |
| Efeito indireto via FN   | 0,011  | -0,068 | -0,010 | -0,017 | 0,017  | 0,109  | 0,130  | -0,055 |
| Efeito indireto via Água | -0,024 | 0,073  | -0,009 | 0,005  | -0,008 | -0,013 | -0,116 | -0,067 |

Continuação...

## Continuação...

|                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Efeito indireto via Sacarose | -0,028 | -0,014 | 0,039  | 0,063  | 0,002  | 0,009  | 0,009  | -0,035 |
| Efeito indireto via CS       | 0,022  | -0,017 | -0,001 | -0,278 | -0,004 | 0,034  | -0,004 | -0,092 |
| Efeito indireto via AL       | -0,038 | 0,062  | 0,039  | 0,117  | 0,016  | -0,005 | -0,032 | -0,518 |
| Efeito indireto via TP       | 0,033  | 0,174  | -0,014 | 0,001  | -0,003 | 0,046  | -0,136 | 0,312  |
| Efeito indireto via Umidade  | -0,043 | 0,004  | -0,095 | 0,099  | -0,040 | 0,021  | 0,131  | 0,015  |
| Efeito indireto via Gordura  | 0,018  | 0,065  | 0,003  | -0,170 | 0,029  | 0,037  | -0,069 | 0,267  |
| Efeito indireto via Fibras   | -0,101 | -0,142 | -0,124 | -0,047 | -0,013 | -0,006 | -0,042 | 0,094  |
| Efeito indireto via Amido    | 0,000  | 0,049  | -0,009 | 0,060  | -0,119 | 0,000  | 0,024  | -0,153 |
| Total                        | -0,142 | 0,056  | 0,243  | -0,749 | 0,056  | 0,352  | -0,366 | -0,078 |
| Variável: Amido              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Efeito direto sobre RG       | -0,031 | 0,536  | 0,094  | -0,138 | 0,189  | 0,030  | 0,448  | -0,294 |
| Efeito indireto via PH       | 0,003  | -0,024 | 0,025  | 0,287  | -0,089 | 0,063  | -0,002 | 0,012  |
| Efeito indireto via MMG      | -0,002 | -0,064 | -0,009 | -0,072 | -0,031 | 0,002  | -0,015 | -0,002 |
| Efeito indireto via FN       | -0,004 | -0,117 | 0,003  | -0,076 | 0,002  | -0,103 | -0,247 | 0,037  |
| Efeito indireto via Água     | -0,007 | 0,002  | -0,137 | 0,083  | 0,006  | 0,009  | -0,083 | 0,090  |
| Efeito indireto via Sacarose | -0,073 | -0,035 | 0,007  | -0,188 | 0,022  | 0,048  | 0,083  | -0,231 |
| Efeito indireto via CS       | 0,043  | -0,030 | 0,000  | -0,002 | 0,023  | 0,065  | -0,011 | -0,081 |
| Efeito indireto via AL       | -0,066 | 0,073  | 0,044  | 0,244  | -0,004 | 0,010  | -0,066 | -0,367 |
| Efeito indireto via TP       | 0,326  | 0,222  | -0,132 | 0,155  | 0,077  | 0,160  | 0,585  | 0,625  |
| Efeito indireto via Umidade  | -0,025 | -0,047 | -0,079 | -0,112 | -0,054 | 0,000  | 0,083  | -0,082 |
| Efeito indireto via Gordura  | 0,001  | 0,048  | 0,289  | 0,035  | -0,007 | -0,051 | -0,043 | 0,065  |
| Efeito indireto via Fibras   | -0,058 | 0,254  | 0,216  | -0,063 | -0,006 | -0,027 | -0,155 | 0,099  |
| Efeito indireto via Cinzas   | 0,001  | -0,009 | -0,043 | 0,144  | -0,123 | -0,002 | -0,016 | -0,010 |
| Total                        | 0,106  | 0,838  | 0,281  | 0,289  | 0,024  | 0,210  | 0,583  | -0,154 |
| Coef. de determinação        | 0,366  | 0,955  | 0,531  | 0,884  | 0,605  | 0,738  | 0,867  | 0,801  |
| Valor de K usado             | 0,100  | 0,053  | 0,051  | 0,051  | 0,100  | 0,115  | 0,047  | 0,047  |
| Efeito da variável residual  | 0,796  | 0,211  | 0,685  | 0,340  | 0,629  | 0,512  | 0,364  | 0,447  |

Genit.: Genitores; Pop: população; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes; População 6: Fundacep Nova Era x CD 120; RG: Rendimento de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ); PH: peso hectolitro ( $\text{Kg hL}^{-1}$ ); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); umidade (%), gordura ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); fibras ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); cinzas ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); Amido (%); Coef.: Coeficiente.

Na população 4, observou-se pequeno efeito direto no caráter AL (0,080), no entanto, sua correlação com RG foi incrementada pelos efeitos indiretos via sacarose e PH. Na geral, ocorreu um efeito indireto negativo via TP (-0,119), e um incremento via os caracteres sacarose e fibras. O caráter TP apresentou um efeito direto negativo sobre o RG maior que a própria correlação, na geral. Isto ocorreu ao efeito indireto via

sacarose e fibras (0,071 e 0,053). Na população 5, onde observou-se uma redução via efeito indireto do caráter amido (-0,380), uma vez que, ocorrem interações do metabolismo do nitrogênio e do carbono, afetando a síntese de amido durante o enchimento de grãos (SCHULTHESS et al., 2016; TAULEMESSE et al., 2016).

Para o caráter fibras, na geral, os efeitos indiretos foram de pequenas magnitudes. No entanto, para os genitores, a elevada expressão dos efeitos indiretos negativos via amido e TP, inflaram a correlação fenotípica total. Os caracteres PH, CS e Gordura, contribuíram significativamente na forma negativa para efeitos indiretos na correlação entre RG x Cinzas, já que o efeito direto do caráter cinzas sobre RG contribui pouco para a correlação

O caráter Amido, nos genitores e na população 5, apresentou um alto efeito direto sobre o RG, aliado aos efeitos indiretos via TP (positivo), FN (negativo) e Fibras (positivo para genitores e negativo para população 5).

### 3.4 Conclusões

As populações estudadas, são diferentes para os caracteres avaliados, exceto para peso do hectolítro e massa de mil grãos;

Associações negativas entre rendimentos de grãos e teor de proteína, e entre percentual de amido e teor de proteína são observadas tanto na análise de médias como na correlação de *Pearson*;

A seleção indireta via peso hectolítro e capacidade de retenção do solvente sacarose é eficiente para aumentar o rendimento de grãos sem interferir no teor de proteína, na população 4.

A população 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era) destaca-se quanto aos caracteres avaliados, sendo a família 49 promissora para uso em blocos de cruzamentos, quando o interesse é aumentar o teor de proteína. As famílias 28, 49, 72 e 78 são promissoras para avanço no programa de melhoramento genético de trigo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento;

### 3.5 Referências

AACC (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 10. ed. Saint Paul, Approved Methods Committee.

AINSWORTH, E. A.; ORT, D. R. How do we improve crop production in a warming world? **Plant Physiology**, v. 154, p. 526-530, 2010.

ANDERSON, J. W.; BAIRD, P.; DAVIS JR, R. H.; FERRERI, S.; KNUDTSON, M.; KORAYM, A.; WATERS, V.; WILLIAMS, C. L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v. 67, 188e205, 2009.

ASSIS, L. M. DE; ZAVAREZE, E. DA R.; RADÜNZ, A. L.; DIAS, A. R. G. D.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**. v.20, n.1, p. 15-24, 2009.

ATWELL, W. A. Wheat Flour. Eagen Press Handbook Series. **American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 2001.

BATTENFIELD, S. D.; GUZMAN, C.; GAYNOR, R. C.; SINGH, R. P.; PEÑA, R. J.; DREISIGACKER, S.; FRITZ, A.K.; POLAND, J. A. Genomic Selection for Processing and End-Use Quality Traits in the CIMMYT Spring Bread Wheat Breeding Program. **Plant Genome**, v. 9, n. 2, 2016.

BLAZEK, J.; SALMAN, H.; RUBIO, A. L.; GILBERT, E.; HANLEY, T.; COPELAND, L. Structural characterization of wheat starch granules differing in amylase content and functional characteristics. **Carbohydrate Polymers**. v. 75, p. 705-711, 2009.

BRASIL - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2005. Guia Alimentar para População Brasileira. Série A. **Normas e Manuais Técnicos**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição, Brasília. Disponível em: [http://www.sonutricao.com.br/downloads/Guia\\_Alimentar\\_Populacao\\_Brasileira.pdf](http://www.sonutricao.com.br/downloads/Guia_Alimentar_Populacao_Brasileira.pdf)Acessado em 25 janeiro de 2019.

BRASIL - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2010. **Instrução Normativa nº 38**, de 30 de novembro, 2010. Regulamento técnico do trigo. Brasília, 2010. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789>. Acessado em: 25 de janeiro de 2019.

BRUNORI, A.; GALTERIO, G.; ZANNETTINO, C.; POGNA, N. E. Bread-making quality indices in *Triticum aestivum* progenies: implications in breeding for better bread wheat. **Plant Breeding**, v. 102, n. 3, p. 222-231, 1989.

CABRERA, A.; GUTTIERI, M.; SMITH, N.; SOUZA, E.; STURBAUM, A.; HUA, D.; GRIFFEY, C.; BARNETT, M.; MURPHY, P.; OHM, H.; UPHAUS, J.; SORRELLS, M. E.; HEFFNER, E.; BROWN-GUEDIRA, G.; VAN SANFORD, D.; SNELLER, C. H. Identification of milling and baking quality QTLs in multiple soft wheat mapping populations. **Theoretical Applied Genetics** v. 128, n. 11, p. 2227-2242, 2015.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1363-1371, 2010.

CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPel, 2004. 141p.

CARVALHO, P. DE T.; BELEIA, A. D. P. Alterações físico-químicas e atividade enzimática de trigo com germinação pré-colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 524-531, 2015.

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRA, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

COLOMBO, A.; PÉREZ, G. T.; RIBOTTA, P. D.; LEÓN, A. E. A comparative study of physicochemical tests for quality prediction of Argentine wheat flours used as corrector flours and for cookie production. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 3, p.775–780, 2008.

DEWETTINCK, K.; VAN BOCKSTAELE, F.; KÜHNE, B.; VAN DE WALLE, D.; COURTENS, T. M.; GELLYNCK, X. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception - **Review. Journal of Cereal Science**. v. 48, n. 2, p. 243-257, 2008.

DUYVEJONCK, A. E.; LAGRAIN, B.; DORNEZ, E.; DELCOUR, J. A.; COURTIN, C. M. Suitability of solvent retention capacity tests to assess the cookie and bread making quality of European wheat flours. **LWT – Food Science and Technology**, v. 47, p. 56–63, 2012.

EDGERTON, M. D. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food, and fuel. **Plant Physiology**, v. 149, p. 7-13, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em 10 de dezembro de 2018.

FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2009. 664p.

FOULKES, M. J.; SLAFER, G. A.; DAVIES, W. J.; BERRY, P. M.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; MARTRE, P.; CALDERINI, D. F.; GRIFFITHS, S.; REYNOLDS, M. P. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 469-486, 2011.

FONSECA, A. S. **Avaliação de Compostos Bioativos em Farinhas de Trigo Melhoradas Geneticamente: Fibra e Arabinoxilanos**. 2015. 93f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

FRANCO, F. A.; EVANGELISTA, A. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2018** / XI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Cascavel, PR, Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale. 2018. 258 p.

GARCIA-SANTAMARIA, G.; HUA, D.; SNELLER, C. Quantitative trait loci associated with soft wheat quality in a cross of good by moderate quality parents. **PeerJ — the Journal of Life and Environmental Sciences**, v. 6, e4498, 2018.

GEMEN, R.; DE VRIES, J. F.; SLAVIN, J. L. Relationship between molecular structure of cereal dietary fiber and health effects: focus on glucose/insulin response and gut health. **Nutrition Reviews**, v. 69, p. 22-33, 2011.

GONDIM, T. C. O.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, C.; MIRANDA, G. V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agrônômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p.487-493, 2008.

GONZÁLEZ-THUILLIER, I.; SALT, L.; CHOPE, G.; PENSON, S.; SKEGGS, P.; TOSI, P.; POWERS, S. J.; WARD, J.L.; WILDE, P.; SHEWRY, P.R.; HASLAM, R.P. Distribution of Lipids in the Grain of Wheat (cv. Hereward) Determined by Lipidomic Analysis of Milling and Pearling Fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 10705-10716, 2015.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2ª edição. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, (Embrapa-CNPT. Documentos, 27), 1996. 36p.

GUTTIERI, M.; SOUZA, E. Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. **Crop Science**, v. 43, n. 5, p. 1628-1633, 2003.

GUTTIERI, M.; BOWEN, D.; GANNON, D.; O'BRIEN, K.; SOUZA, E. Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours. **Crop Science**, v. 41, n. 4, p. 1054 – 1061, 2001.

GUZMÁN, C.; POSADAS-ROMANO, G.; HERNANDEZ-ESPINOSA, N.; MORALES-DORANTES, A.; PEÑA, R. J. A new standard water absorption criteria based on solvent retention capacity (SRC) to determine dough mixing properties, viscoelasticity, and bread-making quality. **Journal Cereal Science**, v. 66, p. 59–65, 2015.

GUZMÁN, C.; PEÑA, R. J.; SINGH, R.; AUTRIQUE, E.; DREISIGACKER, S.; CROSSA, J.; RUTKOSKI, J.; POLAND, J.; BATTENFIELD, S. Wheat quality improvement at CIMMYT and the use of genomic selection on it. **Applied & Translational Genomics**, v. 11, p. 3-8, 2016.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HOFFSTETTER, A. L.; CABRERA, A.; SNELLER, C.H. Identifying quantitative trait loci for economic traits in an elite soft red winter wheat population. **Crop Science**, v. 56, n. 2, p. 547-558, 2016.

HUNG, P. V.; MAEDA, T.; MORITA, N. Improvement of nutritional composition and antioxidant capacity of high-amylose wheat during germination. **Journal of Food Science and Technology**, v.10, n. 52, p. 6756-6762, 2015.

IGREJAS, G.; HUEDES-PINTO, H.; CARNIDE, V.; CLEMENT, J.; BRANLARD, G. 2002. Genetic, biochemical, and technological parameters associated with biscuit quality. II. Prediction using storage proteins and quality characteristics in a soft wheat population. **Journal of Cereal Science**, v. 36, n. 2, p. 187-197, 2002.

KAUR, A.; SINGH, N.; KAUR, S.; AHLAWAT, A. K.; SINGH, A. M. Relationships of flour solvent retention capacity, secondary structure and rheological properties with the cookie making characteristics of wheat cultivars. **Food Chemistry**, v. 1, n. 158, p. 48-55, 2014.

KNOTT, C.; VAN SANFORD, D.; SOUZA, E. Genetic Variation and the Effectiveness of Early-Generation Selection for Soft Winter Wheat Quality and Gluten Strength. **Crop Science**, v. 49, n. 1, p. 113-117, 2009.

KWEON, M.; SLADE, L.; LEVINE, H. Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: principles and value in predicting flour functionality in different wheat based food processes and in wheat breeding. **Cereal Chemistry**, v. 88, n. 6, p. 537–552, 2011.

LINDGREN, A.; SIMSEK, S. Evaluation of hard red spring wheat mill stream fractions using solvent retention capacity test. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, p. 131-139, 2016.

LYONS, G.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; STANGOULIS, J.; GRAHAM, R. Selenium concentration in wheat grain: is there sufficient genotypic variation to use in breeding? **Plant and Soil**, v. 269, p. 369-380, 2005.

MADEIRA, R. A. V.; FERNANDES, A. F.; REIS, W. P.; CARVALHO, C. W. P. DE; PEREIRA, J. Technological characterization and classification of wheat lineages cultivated in the cerrado mineiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 3, p. 283-290, 2015.

MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas Comerciais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 201–206, 2012.

MEHTA, K. L.; SCANLON, M. G.; SAPIRSTEIN, H. D.; PAGE, J. H. Ultrasonic investigation of the effect of vegetable shortening and mixing time on the mechanical properties of bread dough. **Journal of Food Science**, v.74, n. 9, p. 455–461, 2009.

MORI, C. Aspectos econômicos da produção e utilização. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 260p.

QUEJI, M. F. D.; SCHEMIN, M. H. C.; TRINDADE, J. L. F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 12, n. 2, p. 21-29, 2006.

ONUBR – Organização das Nações Unidas no Brasil. **Apesar de baixa fertilidade, mundo terá 9,8 bilhões de pessoas em 2050.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/>. Acesso em 10 de dezembro de 2018.

PALLARÉS, M. G.; LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. Trigo. In: LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. (ed.). **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica.** Córdoba, Hugo Báez Editor, cap 1, p. 17-71, 2007.

PAREYT, B.; FINNIE, S. M.; PUTSEYS, J. A.; DELCOUR, J. A. Lipids in bread making: sources, interactions, and impact on bread quality. **Journal of Cereal Science**, v. 54, n. 3, p. 266– 279, 2011.

PARRY, M. A. J.; REYNOLDS, M.; SALVUCCI, M. E.; RAINES, C.; ANDRALOJC, P. J.; ZHU, X. G.; PRICE, G. D.; CONDON, A. G.; FURBANK, R. T. Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 453-467, 2011.

PASHA, I.; ANJUM, F. M.; BUTT, M. S. Genotypic variation of spring wheats for solvent retention capacities in relation to end-use quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 418-423, 2009.

PELEGRIN, A. J.; CARVALHO, I. C.; FERRARI, M.; NARDINO, M.; SZARESKEI, V. J.; MEIRA, D.; WARTHA, C. A.; FOLLMANN, D. N.; PELEGRIN, C. M. G.; GUTKOSKI, L. C.; OLIVEIRA, A. C.; MAIA, L. C.; SOUZA, V. Q. Evaluation of solvent retention capacity of wheat (*Triticum aestivum* L.) flour depending on genotype and different timing of nitrogenous fertilizer application. **African Journal of Agricultural Research**. v. 11, n. 43, p. 4389-4394, 2016.

PERTEN, H. Application of de falling number method for evaluating  $\alpha$ -amylase activity. **Cereal Chemistry**, v. 41, p. 127–140, 1964.

POPPER, L; SCHÄFER, W.; FREUND, W. **Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement.** Kansas City: Agrimedia, 2006. 325p.

RAL, J. P.; WHAN, A.; LARROQUE, O.; LEYNE, E.; PRITCHARD, J.; DIELEN, A. S.; HOWITT, C. A.; MORELL, M. K.; NEWBERRY, M. Engineering high  $\alpha$ -amylase levels in wheat grain lowers Falling Number but improves baking properties. **Plant Biotechnology Journal**, V. 14, p. 364–376, 2016.

REYNOLDS, M.; FOULKES, J.; FURBANK, R.; GRIFFITHS, S.; KING, J.; MURCHIE, E.; PARRY, M.; SLAFER, G. Achieving yield gains in wheat. **Plant Cell and Environment**, v. 35, p. 1799-1823, 2012.

REYNOLDS, M.; FOULKES, M. J.; SLAFER, G. A.; BERRY, P.; PARRY, M. A. J.; SNAPE, J. W.; ANGUS, W. J. Raising yield potential in wheat. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, p. 1899-1918, 2009.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. **Journal of Food Engineering**, v. 98, p. 273-281, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306.

SANZ-PENELLA, J. M.; LAPARRA, J. M.; HAROS, M. Impact of  $\alpha$ -amylase during breadmaking on in vitro kinetics of starch hydrolysis and glycaemic index of enriched bread with bran. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.3, p. 216-221, 2014.

SAS - Statistical Analysis System. 2014. Sas Learning Edition, SAS Program - Getting started with the SAS Learning Edition, North Carolina: Cary, SAS Publishing, 200 p.

SCHEUER, P. M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERG, V. M. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SCHMIDT, D.A.M.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, J.A.G.; BERTAN, I.; VALÉRIO, I.P.; HARTWING, I.; SILVEIRA, G.; GUTKOSKI, L.C. Variabilidade genética em trigos brasileiros a partir de caracteres componentes da qualidade industrial e produção de grãos. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 43-52, 2009

SCHULTHESS, A.W.; WANG, Y.; MIEDANER, T.; WILDE, P.; REIF, J.C.; ZHAO, Y. Multiple trait and selection indices genomic predictions for grain yield and protein content in rye for feeding purposes. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 129, n. 2, p. 273–287, 2016.

SHEWRY, P. Increasing the health benefits of wheat. **FEBS Journal**, v. 276, p. 71-71, 2009.

SILVA, J. A. G. DA.; CARVALHO, F. I. F. DE.; OLIVEIRA, A. C. DE.; VIEIRA, E. A.; BENIN, G.; VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, M. F.; FINATTO, T.; BUSATO, C. C.; RIBEIRO, G. Correlação de acamamento com rendimento de grãos e outros caracteres de interesse agrônômico em plantas de trigo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, 2006.

SMITH, N.; GUTTIERI, M.; SOUZA, E.; SHOOT, J.; SORRELLS, M.; SNELLER, C. Identification and validation of QTL for grain quality traits in a cross of soft wheat cultivars pioneer Brand 25R26 and foster. **Crop Science**, v. 51, p. 1424-1436, 2011.

SOUZA, E. J.; MARTIN, J. M.; GUTTIERI, M. J.; O'BRIEN, K. M.; HABERNICH, D. K.; LANNING, S. P.; MCLEAN, R.; CARLSON, G. R.; TALBERT, L. E. Influence of genotype, environment, and nitrogen management on spring wheat quality. **Crop Science**, v. 44, n. 2, p. 425-432, 2004.

SRAMKOVÁ, Z.; GREGOVÁ, E.; STURDÍK, E. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. **Acta Chimica Slovaca**, v. 2, n. 1, p. 115-138, 2009.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and producers of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill.1980. 631p.

STEFFOLANI, M. E. - **Efecto de las enzimas pentosanasa, glucosa oxidasa y transglutaminasa en productos de panificación.** 2010. 241f.Tese (Doctoral en Ciencias Exactas) – Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2010.

TAULEMESSE, F.; LE GOUIS, J.; GOUACHE, D.; GIBON, Y.; ALLARD, V. Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grain Protein Concentration Is Related to Early Post-Flowering Nitrate Uptake under Putative Control of Plant Satiety Level. **PLoS ONE**, v. 11, e0149668, 2016.

VALENZUELA, A.; SANHUEZA, S. Lípidos estructurados y los sustitutos de grasas: Los lípidos del futuro. **Aceites Grasas**, v. 3, 532–540, 2008.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

WANG, L.; YE, F.; LI, S.; WEI, F.; CHEN, J.; ZHAO, G. Wheat flour enriched with Oat  $\beta$ -glucan: A study of hydration, rheological and fermentation properties of dough. **Journal of Cereal Science**. v. 75, p. 143 – 150, 2017.

WILLIAMS, P.; E-HARAMEIN, F.J.; NAKKOUH H.; RIHAWI.S. **Crop quality evaluation methods and guidelines.** 2.ed. Aleppo. Syria: ICARDA, 1988. 145p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

YU, L.; ZHOU, K. Antioxidant properties of bran extracts from 'Platte' wheat grown at different locations. **Food Chemistry**, v. 90, n. 1-2, p. 311-316, 2004.

XIAO, Z. S.; PARK, S. H.; CHUNG, O. K. CALEY, M. S.; SEIB, P. A. Solvent retention capacity values in relation to hard winter wheat and flour properties and straight-dough breadmaking quality. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 5, p. 465-471, 2006.

### 3.6 Apêndices

Tabela 3. 4 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos em seis populações segregantes de trigo e nos genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Gen. | RG      |   | PH    |   | MMG   |   | FN     |   | Água   |   | Sacarose |   | CS     |   |
|------|---------|---|-------|---|-------|---|--------|---|--------|---|----------|---|--------|---|
| 1    | 2113,50 | b | 74,22 | a | 31,78 | a | 384,33 | b | 107,46 | e | 161,59   | b | 138,54 | b |
| 2    | 2147,78 | b | 73,55 | a | 30,62 | a | 244,67 | g | 99,05  | f | 153,60   | c | 135,58 | b |
| 3    | 2778,11 | b | 72,26 | a | 30,90 | a | 214,33 | h | 104,43 | e | 146,47   | d | 125,11 | b |
| 4    | 2091,11 | b | 72,16 | a | 30,47 | a | 172,33 | j | 103,36 | f | 147,90   | d | 138,36 | b |
| 5    | 3070,28 | b | 71,38 | a | 32,82 | a | 239,33 | g | 106,95 | e | 154,04   | c | 138,47 | b |
| 6    | 3727,17 | a | 74,53 | a | 31,90 | a | 296,67 | e | 108,10 | e | 156,88   | c | 130,42 | b |
| 7    | 3424,44 | a | 75,72 | a | 32,03 | a | 252,67 | g | 108,40 | e | 156,96   | c | 131,69 | b |
| 8    | 3766,11 | a | 73,54 | a | 35,25 | a | 226,00 | h | 99,90  | f | 149,49   | d | 131,43 | b |
| 9    | 3721,39 | a | 73,57 | a | 36,90 | a | 319,00 | e | 101,53 | f | 150,78   | c | 125,90 | b |
| 10   | 3863,28 | a | 72,25 | a | 29,50 | a | 197,33 | i | 111,07 | d | 142,79   | e | 123,97 | b |
| 11   | 4652,00 | a | 75,33 | a | 31,75 | a | 330,33 | d | 109,54 | d | 145,13   | d | 127,18 | b |
| 12   | 4500,28 | a | 75,65 | a | 31,57 | a | 306,33 | e | 108,43 | e | 147,16   | d | 189,77 | a |
| 13   | 4329,83 | a | 73,89 | a | 30,20 | a | 264,33 | f | 111,17 | d | 149,37   | d | 129,88 | b |
| 14   | 4632,39 | a | 74,74 | a | 32,70 | a | 223,33 | h | 106,04 | e | 151,01   | c | 133,11 | b |
| 15   | 4198,89 | a | 75,71 | a | 32,10 | a | 370,33 | b | 113,97 | c | 155,69   | c | 132,84 | b |
| 16   | 3171,78 | a | 72,27 | a | 31,42 | a | 215,67 | h | 105,71 | e | 141,41   | e | 121,56 | b |
| 17   | 3751,50 | a | 78,95 | a | 31,38 | a | 240,33 | g | 102,20 | f | 151,48   | c | 119,50 | b |
| 18   | 3114,84 | a | 74,12 | a | 32,55 | a | 258,33 | g | 105,45 | e | 141,63   | e | 119,98 | b |
| 19   | 3506,83 | a | 73,47 | a | 30,60 | a | 241,33 | g | 110,96 | d | 143,77   | e | 117,45 | b |
| 20   | 3638,95 | a | 73,17 | a | 31,50 | a | 278,00 | f | 113,66 | c | 144,60   | d | 128,04 | b |
| 21   | 3213,28 | a | 73,88 | a | 32,20 | a | 287,33 | f | 110,50 | d | 145,17   | d | 123,51 | b |
| 22   | 3494,50 | a | 72,83 | a | 33,12 | a | 312,00 | e | 116,71 | b | 154,25   | c | 135,18 | b |
| 23   | 4468,44 | a | 73,24 | a | 32,33 | a | 266,00 | f | 111,22 | d | 149,48   | d | 131,19 | b |
| 24   | 2723,39 | b | 71,81 | a | 30,48 | a | 301,00 | e | 110,93 | d | 155,15   | c | 132,15 | b |
| 25   | 2584,95 | b | 73,23 | a | 30,83 | a | 352,00 | c | 111,52 | d | 155,93   | c | 137,79 | b |
| 26   | 2951,78 | b | 71,87 | a | 31,32 | a | 312,33 | e | 117,70 | b | 158,67   | b | 138,65 | b |
| 27   | 2730,34 | b | 69,74 | a | 30,22 | a | 224,67 | h | 117,26 | b | 160,73   | b | 141,66 | b |
| 28   | 5753,89 | a | 76,95 | a | 30,35 | a | 307,67 | e | 114,39 | c | 159,70   | b | 137,76 | b |
| 29   | 4274,33 | a | 72,51 | a | 35,13 | a | 237,00 | g | 107,86 | e | 152,35   | c | 129,77 | b |
| 30   | 3776,95 | a | 69,60 | a | 33,68 | a | 213,33 | h | 102,22 | f | 150,76   | c | 122,15 | b |
| 31   | 4293,67 | a | 72,42 | a | 31,43 | a | 163,67 | j | 101,37 | f | 150,91   | c | 120,54 | b |
| 32   | 3384,56 | a | 72,22 | a | 33,77 | a | 257,33 | g | 107,48 | e | 152,37   | c | 133,87 | b |
| 33   | 5271,83 | a | 73,42 | a | 31,55 | a | 254,67 | g | 96,68  | f | 144,05   | e | 127,16 | b |
| 34   | 4075,00 | a | 71,58 | a | 32,85 | a | 199,00 | i | 108,64 | e | 154,74   | c | 138,18 | b |
| 35   | 5255,61 | a | 74,65 | a | 29,45 | a | 384,00 | b | 106,54 | e | 149,72   | d | 127,29 | b |
| 36   | 4887,94 | a | 74,67 | a | 34,43 | a | 334,33 | d | 114,69 | c | 148,57   | d | 130,30 | b |
| 37   | 4464,45 | a | 74,56 | a | 31,93 | a | 260,00 | g | 108,73 | e | 135,19   | e | 123,35 | b |
| 38   | 3733,05 | a | 75,00 | a | 30,52 | a | 398,33 | b | 113,01 | c | 145,35   | d | 129,69 | b |

Continuação...

Continuação...

|    |         |   |       |   |       |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|----|---------|---|-------|---|-------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| 39 | 3517,78 | a | 71,23 | a | 29,73 | a | 279,00 | f | 107,77 | e | 156,41 | c | 124,46 | b |
| 40 | 3269,44 | a | 72,96 | a | 28,23 | a | 304,00 | e | 110,16 | d | 158,46 | b | 128,70 | b |
| 41 | 4949,00 | a | 72,95 | a | 28,95 | a | 233,00 | g | 101,93 | f | 146,14 | d | 123,46 | b |
| 42 | 3789,61 | a | 72,28 | a | 31,08 | a | 338,33 | d | 101,31 | f | 146,62 | d | 115,38 | b |
| 43 | 5064,28 | a | 75,50 | a | 31,63 | a | 308,00 | e | 100,82 | f | 146,32 | d | 119,81 | b |
| 44 | 3825,50 | a | 72,41 | a | 30,90 | a | 325,33 | e | 104,55 | e | 142,90 | e | 119,17 | b |
| 45 | 4607,83 | a | 75,94 | a | 32,00 | a | 356,33 | c | 107,92 | e | 141,19 | e | 124,89 | b |
| 46 | 4459,17 | a | 74,28 | a | 32,00 | a | 298,00 | e | 106,50 | e | 147,56 | d | 127,59 | b |
| 47 | 3165,00 | a | 74,70 | a | 33,08 | a | 441,33 | a | 105,97 | e | 136,12 | e | 115,46 | b |
| 48 | 3272,28 | a | 72,94 | a | 30,98 | a | 303,67 | e | 108,23 | e | 152,41 | c | 130,28 | b |
| 49 | 3251,67 | a | 75,90 | a | 31,78 | a | 283,67 | f | 97,56  | f | 147,96 | d | 134,96 | b |
| 50 | 3148,11 | a | 73,74 | a | 31,40 | a | 396,00 | b | 107,67 | e | 146,67 | d | 129,88 | b |
| 51 | 2795,28 | b | 73,95 | a | 31,63 | a | 422,33 | a | 117,43 | b | 153,19 | c | 136,18 | b |
| 52 | 1672,50 | b | 75,14 | a | 31,85 | a | 359,67 | c | 103,33 | f | 148,95 | d | 123,74 | b |
| 53 | 1734,17 | b | 72,35 | a | 34,40 | a | 240,00 | g | 102,50 | f | 147,03 | d | 119,40 | b |
| 54 | 2060,44 | b | 71,82 | a | 32,33 | a | 281,00 | f | 104,23 | e | 150,40 | c | 129,71 | b |
| 55 | 1061,89 | b | 71,49 | a | 30,93 | a | 277,67 | f | 100,83 | f | 156,08 | c | 139,20 | b |
| 56 | 1045,00 | b | 74,07 | a | 29,18 | a | 250,00 | g | 101,68 | f | 153,34 | c | 140,00 | b |
| 57 | 1291,11 | b | 73,63 | a | 30,63 | a | 253,00 | g | 102,29 | f | 153,29 | c | 206,85 | a |
| 58 | 661,94  | b | 69,90 | a | 28,92 | a | 182,67 | j | 98,44  | f | 144,41 | d | 128,14 | b |
| 59 | 743,67  | b | 70,73 | a | 29,07 | a | 233,67 | g | 97,47  | f | 139,25 | e | 115,68 | b |
| 60 | 1125,22 | b | 76,38 | a | 31,57 | a | 198,33 | i | 103,15 | f | 149,10 | d | 125,03 | b |
| 61 | 2239,33 | b | 74,51 | a | 32,18 | a | 278,00 | f | 100,64 | f | 147,35 | d | 119,54 | b |
| 62 | 1522,22 | b | 71,22 | a | 30,52 | a | 257,00 | g | 105,57 | e | 145,74 | d | 122,00 | b |
| 63 | 2236,33 | b | 71,30 | a | 31,82 | a | 220,33 | h | 104,59 | e | 139,70 | e | 122,33 | b |
| 64 | 2580,72 | b | 73,58 | a | 37,75 | a | 242,67 | g | 102,70 | f | 139,21 | e | 121,14 | b |
| 65 | 2771,44 | b | 72,84 | a | 28,83 | a | 221,33 | h | 100,35 | f | 143,26 | e | 118,54 | b |
| 66 | 2865,55 | b | 73,34 | a | 32,72 | a | 305,33 | e | 100,12 | f | 141,65 | e | 121,88 | b |
| 67 | 3199,28 | a | 77,76 | a | 31,75 | a | 280,67 | f | 99,94  | f | 143,80 | e | 120,26 | b |
| 68 | 2919,39 | b | 73,15 | a | 31,37 | a | 393,33 | b | 102,23 | f | 156,72 | c | 124,10 | b |
| 69 | 2698,89 | b | 74,49 | a | 31,65 | a | 260,00 | g | 103,98 | e | 151,34 | c | 127,00 | b |
| 70 | 3152,50 | a | 75,23 | a | 32,07 | a | 279,67 | f | 109,97 | d | 149,26 | d | 129,99 | b |
| 71 | 3301,78 | a | 73,36 | a | 33,62 | a | 404,67 | b | 110,40 | d | 146,58 | d | 132,26 | b |
| 72 | 3960,44 | a | 73,70 | a | 31,53 | a | 268,67 | f | 121,78 | a | 164,72 | a | 143,14 | b |
| 73 | 3428,44 | a | 71,45 | a | 32,30 | a | 199,33 | i | 112,56 | c | 152,44 | c | 132,24 | b |
| 74 | 3455,95 | a | 72,54 | a | 30,63 | a | 418,67 | a | 116,44 | b | 161,04 | b | 136,18 | b |
| 75 | 3638,11 | a | 74,60 | a | 29,62 | a | 359,33 | c | 116,23 | b | 156,51 | c | 134,25 | b |
| 76 | 3568,67 | a | 75,40 | a | 32,07 | a | 303,33 | e | 108,31 | e | 149,08 | d | 126,46 | b |
| 77 | 3190,22 | a | 75,08 | a | 31,98 | a | 306,67 | e | 114,75 | c | 151,21 | c | 134,66 | b |
| 78 | 4400,83 | a | 75,56 | a | 31,92 | a | 229,67 | h | 108,52 | e | 150,31 | c | 125,96 | b |
| 79 | 3831,39 | a | 68,33 | a | 30,67 | a | 199,33 | i | 100,92 | f | 142,87 | e | 122,07 | b |
| 80 | 2294,50 | b | 74,12 | a | 33,15 | a | 234,33 | g | 117,34 | b | 151,30 | c | 134,99 | b |
| 81 | 4064,17 | a | 74,34 | a | 32,20 | a | 247,33 | g | 112,12 | d | 153,46 | c | 136,49 | b |
| 82 | 3575,89 | a | 74,44 | a | 35,78 | a | 220,00 | h | 101,25 | f | 142,37 | e | 127,66 | b |

Continuação...

Continuação...

| 83   | 3363,17 | a | 72,77 | a | 32,98   | a | 226,33  | h | 105,00 | e | 150,58 | c | 140,89 | b |
|------|---------|---|-------|---|---------|---|---------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| 84   | 3506,06 | a | 72,99 | a | 30,83   | a | 246,67  | g | 111,06 | d | 146,64 | d | 130,68 | b |
| 85   | 2276,05 | b | 72,56 | a | 31,45   | a | 221,67  | h | 113,05 | c | 146,52 | d | 132,56 | b |
| 86   | 3696,72 | a | 72,30 | a | 33,77   | a | 143,33  | k | 111,32 | d | 150,61 | c | 136,73 | b |
| 87   | 3677,06 | a | 71,44 | a | 29,48   | a | 295,67  | e | 106,38 | e | 149,31 | d | 116,97 | b |
| 88   | 4065,39 | a | 73,75 | a | 29,48   | a | 194,33  | i | 103,56 | f | 147,36 | d | 124,86 | b |
| 89   | 4251,22 | a | 74,33 | a | 32,32   | a | 249,67  | g | 109,62 | d | 148,06 | d | 122,96 | b |
| 90   | 3793,50 | a | 75,23 | a | 32,77   | a | 250,33  | g | 105,48 | e | 136,80 | e | 124,83 | b |
| 91   | 4294,28 | a | 75,36 | a | 33,52   | a | 296,33  | e | 101,76 | f | 142,02 | e | 121,45 | b |
| 92   | 3295,89 | a | 74,81 | a | 32,95   | a | 351,33  | c | 104,15 | e | 149,40 | d | 115,49 | b |
| 93   | 3603,44 | a | 71,89 | a | 33,47   | a | 352,67  | c | 110,28 | d | 147,16 | d | 120,87 | b |
| 94   | 3047,11 | b | 75,37 | a | 32,42   | a | 248,67  | g | 120,37 | a | 142,85 | e | 120,22 | b |
| 95   | 2863,83 | b | 70,89 | a | 29,82   | a | 217,67  | h | 114,91 | c | 141,77 | e | 115,84 | b |
| 96   | 3661,06 | a | 75,19 | a | 36,80   | a | 331,33  | d | 105,71 | e | 147,98 | d | 123,02 | b |
| 97   | 3595,28 | a | 73,34 | a | 31,22   | a | 317,67  | e | 106,08 | e | 142,64 | e | 116,82 | b |
| 98   | 2663,00 | b | 70,11 | a | 30,32   | a | 284,67  | f | 100,96 | f | 144,69 | d | 120,25 | b |
| 99   | 3202,06 | a | 73,90 | a | 31,40   | a | 246,67  | g | 106,62 | e | 150,22 | c | 127,29 | b |
| 100  | 3616,17 | a | 72,59 | a | 29,65   | a | 435,67  | a | 119,23 | b | 151,22 | c | 133,46 | b |
| 101  | 4747,89 | a | 73,28 | a | 32,93   | a | 320,00  | e | 103,51 | f | 139,80 | e | 122,56 | b |
| 102  | 4686,55 | a | 75,31 | a | 28,95   | a | 344,33  | d | 125,42 | a | 166,43 | a | 128,79 | b |
| 103  | 5246,17 | a | 75,23 | a | 32,62   | a | 338,00  | d | 114,20 | c | 161,53 | b | 128,61 | b |
| 104  | 5264,00 | a | 75,54 | a | 32,05   | a | 391,67  | b | 115,26 | c | 166,26 | a | 131,76 | b |
| 105  | 4347,00 | a | 73,42 | a | 28,35   | a | 227,67  | h | 106,22 | e | 157,48 | b | 124,38 | b |
| 106  | 4576,89 | a | 73,99 | a | 30,58   | a | 331,00  | d | 106,57 | e | 153,47 | c | 125,42 | b |
| 107  | 3615,44 | a | 73,61 | a | 31,02   | a | 360,67  | c | 108,75 | e | 155,10 | c | 125,42 | b |
| 108  | 5604,00 | a | 75,02 | a | 30,18   | a | 285,67  | f | 114,72 | c | 160,31 | b | 129,74 | b |
| 109  | 4084,50 | a | 72,39 | a | 32,67   | a | 232,00  | g | 112,56 | c | 159,44 | b | 132,05 | b |
| 110  | 3683,11 | a | 73,34 | a | 35,13   | a | 252,33  | g | 109,91 | d | 152,92 | c | 131,75 | b |
| 111  | 3992,33 | a | 73,51 | a | 30,20   | a | 276,33  | f | 107,57 | e | 152,81 | c | 133,90 | b |
| 112  | 4310,78 | a | 74,48 | a | 31,17   | a | 175,00  | j | 115,21 | c | 154,75 | c | 135,27 | b |
| 113  | 3745,89 | a | 71,51 | a | 31,90   | a | 242,33  | g | 102,34 | f | 137,04 | e | 118,01 | b |
| Gen. | AL      |   | TP    |   | Umidade |   | Gordura |   | Fibras |   | Cinzas |   | Amido  |   |
| 1    | 153,00  | b | 16,30 | e | 12,68   | a | 1,76    | h | 2,66   | e | 1,59   | h | 57,95  | a |
| 2    | 150,17  | b | 15,45 | l | 12,67   | b | 1,86    | e | 2,65   | e | 1,64   | f | 57,15  | b |
| 3    | 134,72  | b | 14,64 | r | 12,56   | d | 1,70    | j | 2,61   | f | 1,70   | d | 56,70  | b |
| 4    | 129,12  | c | 15,41 | l | 12,63   | c | 1,73    | i | 2,62   | e | 1,74   | b | 56,69  | b |
| 5    | 132,11  | c | 16,47 | d | 12,57   | d | 1,54    | o | 2,51   | h | 1,75   | b | 56,61  | b |
| 6    | 126,22  | c | 15,73 | j | 12,59   | c | 1,65    | k | 2,51   | h | 1,69   | d | 56,43  | c |
| 7    | 132,93  | c | 16,12 | f | 12,58   | d | 1,85    | e | 2,53   | h | 1,73   | c | 56,40  | c |
| 8    | 127,72  | c | 15,92 | h | 12,61   | c | 1,81    | g | 2,56   | g | 1,70   | d | 56,31  | c |
| 9    | 136,25  | b | 15,73 | j | 12,58   | d | 1,85    | e | 2,50   | h | 1,59   | h | 56,26  | c |
| 10   | 143,23  | b | 13,74 | A | 12,62   | c | 1,76    | h | 2,55   | g | 1,66   | e | 56,21  | c |
| 11   | 147,69  | b | 13,93 | z | 12,60   | c | 1,97    | a | 2,61   | f | 1,70   | d | 56,19  | c |
| 12   | 146,97  | b | 14,45 | t | 12,65   | b | 1,90    | d | 2,53   | h | 1,58   | h | 56,16  | c |

Continuação...

Continuação...

|    |        |   |       |   |       |   |      |   |      |   |      |   |       |   |
|----|--------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|------|---|-------|---|
| 13 | 147,50 | b | 15,08 | n | 12,70 | a | 1,83 | f | 2,49 | h | 1,60 | h | 56,15 | c |
| 14 | 124,47 | c | 15,90 | h | 12,63 | b | 1,83 | f | 2,51 | h | 1,65 | f | 56,09 | c |
| 15 | 135,96 | b | 14,58 | s | 12,64 | b | 1,91 | c | 2,47 | i | 1,55 | j | 56,08 | c |
| 16 | 135,32 | b | 15,43 | l | 12,46 | f | 1,59 | m | 2,51 | h | 1,70 | d | 56,05 | c |
| 17 | 110,92 | c | 14,76 | q | 12,49 | e | 1,62 | l | 2,50 | h | 1,74 | c | 55,82 | d |
| 18 | 131,76 | c | 14,81 | q | 12,70 | a | 1,84 | f | 2,49 | h | 1,64 | f | 55,81 | d |
| 19 | 137,54 | b | 14,13 | x | 12,61 | c | 1,91 | c | 2,59 | f | 1,68 | e | 55,80 | d |
| 20 | 143,17 | b | 14,64 | r | 12,60 | c | 1,87 | e | 2,46 | i | 1,56 | i | 55,72 | d |
| 21 | 133,79 | b | 13,91 | z | 12,47 | f | 1,76 | h | 2,63 | e | 1,66 | e | 55,72 | d |
| 22 | 133,41 | b | 14,87 | p | 12,56 | d | 1,87 | e | 2,57 | g | 1,63 | g | 55,70 | d |
| 23 | 128,27 | c | 15,12 | n | 12,42 | g | 1,83 | f | 2,54 | g | 1,68 | e | 55,41 | e |
| 24 | 129,24 | c | 16,20 | f | 12,44 | f | 1,69 | j | 2,56 | g | 1,63 | f | 55,39 | e |
| 25 | 129,86 | c | 14,70 | r | 12,60 | c | 1,89 | d | 2,52 | h | 1,62 | g | 55,36 | e |
| 26 | 134,69 | b | 15,65 | j | 12,50 | e | 1,75 | h | 2,60 | f | 1,66 | e | 55,33 | e |
| 27 | 133,96 | b | 15,53 | k | 12,46 | f | 1,84 | e | 2,63 | e | 1,68 | e | 55,32 | e |
| 28 | 133,37 | b | 15,13 | n | 12,59 | c | 1,86 | e | 2,55 | g | 1,65 | f | 55,29 | e |
| 29 | 123,47 | c | 14,86 | p | 12,55 | d | 1,68 | j | 2,59 | f | 1,73 | c | 55,20 | e |
| 30 | 114,64 | c | 14,86 | p | 12,62 | c | 1,67 | j | 2,61 | f | 1,71 | d | 55,19 | e |
| 31 | 137,31 | b | 15,88 | h | 12,60 | c | 1,72 | i | 2,52 | h | 1,62 | g | 55,15 | e |
| 32 | 124,44 | c | 15,93 | h | 12,67 | b | 1,65 | k | 2,50 | h | 1,60 | h | 55,13 | e |
| 33 | 122,76 | c | 16,25 | e | 12,61 | c | 1,50 | p | 2,48 | h | 1,64 | f | 55,09 | e |
| 34 | 136,11 | b | 15,87 | h | 12,70 | a | 1,75 | h | 2,54 | g | 1,64 | f | 55,05 | e |
| 35 | 132,56 | c | 15,56 | k | 12,64 | b | 1,83 | f | 2,53 | h | 1,59 | h | 55,01 | e |
| 36 | 132,38 | c | 13,74 | A | 12,60 | c | 1,97 | a | 2,51 | h | 1,58 | h | 54,94 | f |
| 37 | 124,88 | c | 13,92 | z | 12,56 | d | 1,92 | c | 2,52 | h | 1,62 | g | 54,92 | f |
| 38 | 130,13 | c | 14,70 | r | 12,66 | b | 1,85 | e | 2,56 | g | 1,64 | f | 54,80 | f |
| 39 | 124,48 | c | 14,20 | v | 12,75 | a | 1,89 | d | 2,48 | i | 1,57 | i | 54,79 | f |
| 40 | 126,61 | c | 14,75 | q | 12,72 | a | 1,86 | e | 2,56 | g | 1,64 | f | 54,75 | f |
| 41 | 117,22 | c | 13,91 | z | 12,52 | e | 1,65 | k | 2,72 | d | 1,67 | e | 54,68 | f |
| 42 | 116,55 | c | 13,33 | C | 12,50 | e | 1,58 | m | 2,95 | a | 1,68 | e | 54,63 | f |
| 43 | 117,33 | c | 14,07 | x | 12,59 | c | 1,94 | b | 2,38 | j | 1,63 | g | 54,58 | f |
| 44 | 115,83 | c | 14,24 | v | 12,54 | d | 1,74 | i | 2,52 | h | 1,67 | e | 54,54 | f |
| 45 | 124,09 | c | 14,05 | x | 12,70 | a | 1,89 | d | 2,51 | h | 1,53 | j | 54,45 | f |
| 46 | 120,33 | c | 14,30 | u | 12,66 | b | 1,84 | e | 2,57 | g | 1,54 | j | 54,37 | g |
| 47 | 118,14 | c | 13,51 | B | 12,61 | c | 1,81 | g | 2,57 | g | 1,64 | f | 54,35 | g |
| 48 | 141,76 | b | 15,46 | l | 12,57 | d | 1,91 | c | 2,57 | g | 1,69 | d | 54,34 | g |
| 49 | 137,46 | b | 17,22 | a | 12,54 | e | 1,76 | h | 2,50 | h | 1,62 | g | 54,34 | g |
| 50 | 126,70 | c | 15,46 | l | 12,41 | g | 1,83 | f | 2,55 | g | 1,63 | f | 54,32 | g |
| 51 | 137,50 | b | 14,54 | s | 12,48 | f | 1,99 | a | 2,66 | e | 1,58 | h | 54,31 | g |
| 52 | 121,32 | c | 16,13 | f | 12,45 | f | 1,74 | i | 2,45 | i | 1,59 | h | 54,30 | g |
| 53 | 112,91 | c | 14,99 | o | 12,37 | g | 1,56 | n | 2,70 | d | 1,69 | d | 54,27 | g |
| 54 | 129,65 | c | 15,82 | i | 12,59 | c | 1,73 | i | 2,50 | h | 1,58 | h | 54,19 | g |
| 55 | 136,61 | b | 16,82 | b | 12,66 | b | 1,73 | i | 2,43 | i | 1,64 | f | 54,14 | g |
| 56 | 129,37 | c | 16,33 | e | 12,46 | f | 1,62 | l | 2,57 | g | 1,62 | g | 54,01 | h |

Continuação...

Continuação...

|     |        |   |       |   |       |   |      |   |      |   |      |   |       |   |
|-----|--------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|------|---|-------|---|
| 57  | 138,20 | b | 16,72 | c | 12,69 | a | 1,63 | l | 2,57 | g | 1,66 | e | 53,92 | h |
| 58  | 130,44 | c | 16,06 | g | 12,44 | f | 1,55 | o | 2,68 | d | 1,68 | e | 53,88 | h |
| 59  | 116,16 | c | 14,43 | t | 12,54 | d | 1,66 | k | 2,77 | c | 1,77 | b | 53,85 | h |
| 60  | 118,68 | c | 14,96 | o | 12,51 | e | 1,75 | h | 2,64 | e | 1,68 | e | 53,83 | h |
| 61  | 112,43 | c | 14,53 | s | 12,34 | h | 1,67 | j | 2,79 | b | 1,70 | d | 53,81 | h |
| 62  | 120,32 | c | 15,28 | m | 12,72 | a | 1,67 | j | 2,83 | b | 1,66 | e | 53,76 | h |
| 63  | 125,20 | c | 14,78 | q | 12,65 | b | 1,73 | i | 2,72 | d | 1,71 | d | 53,75 | h |
| 64  | 124,24 | c | 15,08 | n | 12,55 | d | 1,80 | g | 2,75 | c | 1,72 | c | 53,73 | h |
| 65  | 119,22 | c | 14,78 | q | 12,56 | d | 1,77 | h | 2,71 | d | 1,75 | b | 53,73 | h |
| 66  | 117,59 | c | 15,04 | o | 12,58 | d | 1,81 | g | 2,61 | f | 1,60 | h | 53,71 | h |
| 67  | 122,91 | c | 14,79 | q | 12,63 | b | 1,74 | i | 2,58 | f | 1,58 | h | 53,69 | h |
| 68  | 129,47 | c | 15,93 | h | 12,65 | b | 1,76 | h | 2,63 | e | 1,56 | i | 53,64 | h |
| 69  | 136,08 | b | 15,66 | j | 12,61 | c | 1,68 | j | 2,51 | h | 1,58 | h | 53,63 | h |
| 70  | 131,63 | c | 15,17 | n | 12,58 | d | 1,91 | c | 2,58 | f | 1,60 | h | 53,56 | i |
| 71  | 143,02 | b | 15,12 | n | 12,56 | d | 1,86 | e | 2,58 | f | 1,59 | h | 53,52 | i |
| 72  | 147,31 | b | 16,31 | e | 12,61 | c | 1,81 | g | 2,51 | h | 1,59 | h | 53,50 | i |
| 73  | 142,08 | b | 15,70 | j | 12,55 | d | 1,75 | h | 2,57 | g | 1,64 | f | 53,49 | i |
| 74  | 149,46 | b | 15,58 | k | 12,65 | b | 1,92 | c | 2,54 | g | 1,57 | h | 53,49 | i |
| 75  | 143,79 | b | 16,14 | f | 12,59 | c | 1,83 | f | 2,64 | e | 1,59 | h | 53,48 | i |
| 76  | 131,59 | c | 15,44 | l | 12,70 | a | 1,82 | g | 2,58 | f | 1,57 | h | 53,47 | i |
| 77  | 137,23 | b | 15,80 | i | 12,71 | a | 1,81 | g | 2,53 | h | 1,62 | g | 53,36 | i |
| 78  | 136,95 | b | 16,33 | e | 12,69 | a | 1,80 | g | 2,52 | h | 1,62 | g | 53,36 | i |
| 79  | 119,12 | c | 14,33 | u | 12,57 | d | 1,69 | j | 2,45 | i | 1,64 | f | 53,35 | i |
| 80  | 140,92 | b | 16,01 | g | 12,60 | c | 1,73 | i | 2,62 | e | 1,61 | g | 53,35 | i |
| 81  | 144,62 | b | 16,13 | f | 12,64 | b | 1,76 | h | 2,57 | g | 1,60 | h | 53,33 | i |
| 82  | 131,02 | c | 15,44 | l | 12,41 | g | 1,63 | l | 2,60 | f | 1,70 | d | 53,15 | j |
| 83  | 143,66 | b | 15,10 | n | 12,45 | f | 1,85 | e | 2,73 | d | 1,66 | e | 53,15 | j |
| 84  | 128,10 | c | 14,16 | v | 12,55 | d | 1,83 | f | 2,50 | h | 1,61 | g | 53,14 | j |
| 85  | 131,41 | c | 15,12 | n | 12,42 | g | 1,69 | j | 2,53 | h | 1,63 | f | 53,12 | j |
| 86  | 132,16 | c | 15,80 | i | 12,51 | e | 1,74 | i | 2,65 | e | 1,69 | d | 53,11 | j |
| 87  | 117,51 | c | 14,10 | x | 12,51 | e | 1,76 | h | 2,55 | g | 1,71 | d | 53,11 | j |
| 88  | 116,45 | c | 15,25 | m | 12,64 | b | 1,57 | n | 2,58 | f | 1,74 | b | 53,08 | j |
| 89  | 111,74 | c | 13,98 | z | 12,40 | g | 1,64 | l | 2,76 | c | 1,72 | c | 53,05 | j |
| 90  | 132,50 | c | 13,82 | A | 12,52 | e | 1,77 | h | 2,57 | g | 1,62 | g | 53,03 | j |
| 91  | 127,41 | c | 14,87 | p | 12,48 | f | 1,77 | h | 2,49 | h | 1,56 | i | 52,99 | j |
| 92  | 118,29 | c | 14,99 | o | 12,64 | b | 1,75 | h | 2,55 | g | 1,70 | d | 52,96 | j |
| 93  | 124,31 | c | 14,29 | u | 12,52 | e | 1,82 | g | 2,50 | h | 1,69 | d | 52,94 | j |
| 94  | 126,44 | c | 14,86 | p | 12,52 | e | 1,87 | e | 2,56 | g | 1,59 | h | 52,89 | j |
| 95  | 110,26 | c | 14,43 | t | 12,58 | d | 1,56 | n | 2,55 | g | 1,75 | b | 52,89 | j |
| 96  | 113,96 | c | 14,17 | v | 12,31 | h | 1,73 | i | 2,66 | e | 1,73 | c | 52,89 | j |
| 97  | 118,59 | c | 14,21 | v | 12,42 | g | 1,73 | i | 2,59 | f | 1,69 | d | 52,74 | k |
| 98  | 113,39 | c | 15,16 | n | 12,28 | i | 1,55 | o | 2,56 | g | 1,83 | a | 52,72 | k |
| 99  | 124,39 | c | 15,24 | m | 12,39 | g | 1,69 | j | 2,56 | g | 1,70 | d | 52,63 | k |
| 100 | 137,49 | b | 15,02 | o | 12,44 | f | 1,90 | d | 2,52 | h | 1,67 | e | 52,54 | k |

Continuação...

Continuação...

|     |        |   |       |   |       |   |      |   |      |   |      |   |       |   |
|-----|--------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|------|---|-------|---|
| 101 | 143,52 | b | 14,84 | p | 12,47 | f | 1,84 | f | 2,52 | h | 1,67 | e | 52,51 | k |
| 102 | 154,16 | b | 13,76 | A | 12,47 | f | 1,98 | a | 2,45 | i | 1,59 | h | 52,49 | k |
| 103 | 150,63 | b | 15,08 | n | 12,47 | f | 1,82 | f | 2,52 | h | 1,70 | d | 52,41 | k |
| 104 | 153,74 | b | 14,94 | o | 12,44 | f | 1,88 | e | 2,55 | g | 1,64 | f | 52,37 | k |
| 105 | 223,59 | a | 15,92 | h | 12,51 | e | 1,68 | j | 2,52 | h | 1,71 | d | 52,30 | k |
| 106 | 146,86 | b | 14,64 | r | 12,65 | b | 1,87 | e | 2,56 | g | 1,68 | e | 52,20 | l |
| 107 | 138,82 | b | 14,89 | p | 12,69 | a | 1,95 | b | 2,57 | g | 1,56 | i | 52,08 | l |
| 108 | 143,67 | b | 15,34 | m | 12,56 | d | 1,79 | g | 2,53 | h | 1,65 | f | 51,96 | l |
| 109 | 142,45 | b | 16,00 | g | 12,58 | d | 1,73 | i | 2,53 | h | 1,62 | g | 51,85 | l |
| 110 | 137,03 | b | 16,15 | f | 12,50 | e | 1,76 | h | 2,51 | h | 1,63 | f | 51,60 | m |
| 111 | 136,95 | b | 15,49 | l | 12,64 | b | 1,73 | i | 2,59 | f | 1,65 | f | 51,55 | m |
| 112 | 142,39 | b | 14,86 | p | 12,62 | c | 1,82 | g | 2,61 | f | 1,74 | c | 50,75 | n |
| 113 | 111,05 | c | 14,71 | r | 12,68 | a | 1,54 | o | 2,65 | e | 1,64 | f | 50,72 | n |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Scott Knott a 5% de significância. Gen.: Genótipo; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Tabela 3. 5 - Classificação dos 113 genótipos quanto aos caracteres PH, MMG e FN.  
CGF-FAEM/UFPeL, Pelotas – RS, 2019.

| pop    | genótipo      | PH    | Classific. | MMG   | Classific. | FN     | Classific.<br>atividade<br>da alfa-<br>amilase |
|--------|---------------|-------|------------|-------|------------|--------|------------------------------------------------|
| Genit. | Abalone       | 72,96 | Médio      | 28,23 | Pequeno    | 304,00 | Ideal                                          |
| Genit. | CD 104        | 68,33 | Leve       | 30,67 | Pequeno    | 199,33 | Alta                                           |
| Genit. | CD 120        | 71,51 | Leve       | 31,90 | Pequeno    | 242,33 | Ideal                                          |
| Genit. | F. Cristalino | 74,22 | Médio      | 31,78 | Pequeno    | 384,33 | Baixa                                          |
| Genit. | F. Nova Era   | 73,88 | Médio      | 32,20 | Pequeno    | 287,33 | Ideal                                          |
| Genit. | F. Raízes     | 71,22 | Leve       | 30,52 | Pequeno    | 257,00 | Ideal                                          |
| Genit. | Ônix          | 75,37 | Médio      | 32,42 | Pequeno    | 248,67 | Ideal                                          |
| Pop1   | 10            | 72,25 | Médio      | 29,50 | Pequeno    | 197,33 | Alta                                           |
| Pop1   | 11            | 75,33 | Médio      | 31,75 | Pequeno    | 330,33 | Ideal                                          |
| Pop1   | 12            | 75,65 | Médio      | 31,57 | Pequeno    | 306,33 | Ideal                                          |
| Pop1   | 13            | 73,89 | Médio      | 30,20 | Pequeno    | 264,33 | Ideal                                          |
| Pop1   | 14            | 74,74 | Médio      | 32,70 | Pequeno    | 223,33 | Ideal                                          |
| Pop1   | 15            | 75,71 | Médio      | 32,10 | Pequeno    | 370,33 | Baixa                                          |
| Pop1   | 34            | 71,58 | Leve       | 32,85 | Pequeno    | 199,00 | Alta                                           |
| Pop1   | 35            | 74,65 | Médio      | 29,45 | Pequeno    | 384,00 | Baixa                                          |
| Pop1   | 36            | 74,67 | Médio      | 34,43 | Pequeno    | 334,33 | Ideal                                          |
| Pop1   | 37            | 74,56 | Médio      | 31,93 | Pequeno    | 260,00 | Ideal                                          |
| Pop1   | 38            | 75,00 | Médio      | 30,52 | Pequeno    | 398,33 | Baixa                                          |
| Pop1   | 39            | 71,23 | Leve       | 29,73 | Pequeno    | 279,00 | Ideal                                          |
| Pop1   | 68            | 73,15 | Médio      | 31,37 | Pequeno    | 393,33 | Baixa                                          |
| Pop1   | 69            | 74,49 | Médio      | 31,65 | Pequeno    | 260,00 | Ideal                                          |
| Pop1   | 70            | 75,23 | Médio      | 32,07 | Pequeno    | 279,67 | Ideal                                          |
| Pop1   | 71            | 73,36 | Médio      | 33,62 | Pequeno    | 404,67 | Baixa                                          |
| Pop1   | 100           | 72,59 | Médio      | 29,65 | Pequeno    | 435,67 | Baixa                                          |
| Pop1   | 101           | 73,28 | Médio      | 32,93 | Pequeno    | 320,00 | Ideal                                          |
| Pop1   | 102           | 75,31 | Médio      | 28,95 | Pequeno    | 344,33 | Ideal                                          |
| Pop2   | 18            | 74,12 | Médio      | 32,55 | Pequeno    | 258,33 | Ideal                                          |
| Pop2   | 19            | 73,47 | Médio      | 30,60 | Pequeno    | 241,33 | Ideal                                          |
| Pop2   | 20            | 73,17 | Médio      | 31,50 | Pequeno    | 278,00 | Ideal                                          |
| Pop2   | 44            | 72,41 | Médio      | 30,90 | Pequeno    | 325,33 | Ideal                                          |
| Pop2   | 45            | 75,94 | Médio      | 32,00 | Pequeno    | 356,33 | Baixa                                          |
| Pop2   | 46            | 74,28 | Médio      | 32,00 | Pequeno    | 298,00 | Ideal                                          |
| Pop2   | 47            | 74,70 | Médio      | 33,08 | Pequeno    | 441,33 | Baixa                                          |
| Pop2   | 91            | 75,36 | Médio      | 33,52 | Pequeno    | 296,33 | Ideal                                          |
| Pop2   | 92            | 74,81 | Médio      | 32,95 | Pequeno    | 351,33 | Baixa                                          |
| Pop2   | 93            | 71,89 | Leve       | 33,47 | Pequeno    | 352,67 | Baixa                                          |
| Pop3   | 2             | 73,55 | Médio      | 30,62 | Pequeno    | 244,67 | Ideal                                          |
| Pop3   | 3             | 72,26 | Médio      | 30,90 | Pequeno    | 214,33 | Ideal                                          |
| Pop3   | 4             | 72,16 | Médio      | 30,47 | Pequeno    | 172,33 | Alta                                           |
| Pop3   | 5             | 71,38 | Leve       | 32,82 | Pequeno    | 239,33 | Ideal                                          |
| Pop3   | 6             | 74,53 | Médio      | 31,90 | Pequeno    | 296,67 | Ideal                                          |
| Pop3   | 7             | 75,72 | Médio      | 32,33 | Pequeno    | 252,67 | Ideal                                          |

Continuação...

Continuação...

|      |     |       |        |       |         |        |       |
|------|-----|-------|--------|-------|---------|--------|-------|
| Pop3 | 8   | 73,54 | Médio  | 35,25 | Pequeno | 226,00 | Ideal |
| Pop3 | 9   | 73,57 | Médio  | 36,90 | Médio   | 319,00 | Ideal |
| Pop3 | 32  | 72,22 | Médio  | 33,77 | Pequeno | 257,33 | Ideal |
| Pop3 | 33  | 73,42 | Médio  | 31,55 | Pequeno | 254,67 | Ideal |
| Pop3 | 54  | 71,18 | Leve   | 32,33 | Pequeno | 281,00 | Ideal |
| Pop3 | 55  | 71,49 | Leve   | 30,93 | Pequeno | 277,67 | Ideal |
| Pop3 | 56  | 74,07 | Médio  | 29,18 | Pequeno | 250,00 | Ideal |
| Pop3 | 57  | 73,63 | Médio  | 30,63 | Pequeno | 253,00 | Ideal |
| Pop3 | 58  | 69,90 | Leve   | 28,92 | Pequeno | 182,67 | Alta  |
| Pop3 | 80  | 74,12 | Médio  | 33,15 | Pequeno | 234,33 | Ideal |
| Pop3 | 81  | 74,34 | Médio  | 32,20 | Pequeno | 247,33 | Ideal |
| Pop3 | 82  | 74,44 | Médio  | 35,78 | Pequeno | 220,00 | Ideal |
| Pop3 | 83  | 72,77 | Médio  | 32,98 | Pequeno | 226,33 | Ideal |
| Pop3 | 84  | 72,99 | Médio  | 30,83 | Pequeno | 246,67 | Ideal |
| Pop3 | 85  | 72,56 | Médio  | 31,45 | Pequeno | 221,67 | Ideal |
| Pop3 | 86  | 72,30 | Médio  | 33,77 | Pequeno | 143,33 | Alta  |
| Pop4 | 22  | 72,83 | Médio  | 33,12 | Pequeno | 312,30 | Ideal |
| Pop4 | 23  | 73,24 | Médio  | 32,33 | Pequeno | 266,30 | Ideal |
| Pop4 | 24  | 71,81 | Leve   | 30,48 | Pequeno | 301,30 | Ideal |
| Pop4 | 25  | 73,23 | Médio  | 30,83 | Pequeno | 352,30 | Baixa |
| Pop4 | 26  | 71,87 | Leve   | 31,32 | Pequeno | 312,33 | Ideal |
| Pop4 | 27  | 69,74 | Leve   | 30,22 | Pequeno | 224,67 | Ideal |
| Pop4 | 28  | 76,95 | Pesado | 30,35 | Pequeno | 307,67 | Ideal |
| Pop4 | 29  | 72,51 | Médio  | 35,13 | Pequeno | 237,30 | Ideal |
| Pop4 | 48  | 72,94 | Médio  | 30,98 | Pequeno | 303,67 | Ideal |
| Pop4 | 49  | 75,90 | Médio  | 31,78 | Pequeno | 283,67 | Ideal |
| Pop4 | 50  | 73,74 | Médio  | 31,40 | Pequeno | 396,30 | Baixa |
| Pop4 | 51  | 73,95 | Médio  | 31,63 | Pequeno | 422,33 | Baixa |
| Pop4 | 72  | 73,70 | Médio  | 31,53 | Pequeno | 268,67 | Ideal |
| Pop4 | 73  | 71,45 | Leve   | 32,30 | Pequeno | 199,33 | Alta  |
| Pop4 | 74  | 72,54 | Médio  | 30,63 | Pequeno | 418,67 | Baixa |
| Pop4 | 75  | 74,60 | Médio  | 29,62 | Pequeno | 359,33 | Baixa |
| Pop4 | 76  | 75,40 | Médio  | 32,07 | Pequeno | 303,33 | Ideal |
| Pop4 | 77  | 75,08 | Médio  | 31,98 | Pequeno | 306,67 | Ideal |
| Pop4 | 78  | 75,56 | Médio  | 31,92 | Pequeno | 229,67 | Ideal |
| Pop4 | 103 | 75,23 | Médio  | 32,62 | Pequeno | 338,30 | Ideal |
| Pop4 | 104 | 75,54 | Médio  | 32,05 | Pequeno | 391,67 | Baixa |
| Pop4 | 105 | 73,42 | Médio  | 28,35 | Pequeno | 227,67 | Ideal |
| Pop4 | 106 | 73,99 | Médio  | 30,58 | Pequeno | 331,30 | Ideal |
| Pop4 | 107 | 73,61 | Médio  | 31,02 | Pequeno | 360,67 | Baixa |
| Pop4 | 108 | 75,02 | Médio  | 30,18 | Pequeno | 285,67 | Ideal |
| Pop4 | 109 | 72,39 | Médio  | 32,67 | Pequeno | 232,30 | Ideal |
| Pop4 | 110 | 73,34 | Médio  | 35,13 | Pequeno | 252,33 | Ideal |
| Pop4 | 111 | 73,51 | Médio  | 30,20 | Pequeno | 276,33 | Ideal |
| Pop4 | 112 | 74,48 | Médio  | 31,17 | Pequeno | 175,30 | Alta  |
| Pop5 | 16  | 72,27 | Médio  | 31,42 | Pequeno | 215,67 | Ideal |
| Pop5 | 17  | 78,95 | Pesado | 31,38 | Pequeno | 240,33 | Ideal |
| Pop5 | 41  | 72,95 | Médio  | 28,95 | Pequeno | 233,00 | Ideal |

Continuação...

## Continuação...

|      |    |       |        |       |         |        |       |
|------|----|-------|--------|-------|---------|--------|-------|
| Pop5 | 42 | 72,28 | Médio  | 31,83 | Pequeno | 338,33 | Ideal |
| Pop5 | 43 | 75,50 | Médio  | 31,63 | Pequeno | 308,00 | Ideal |
| Pop5 | 63 | 71,30 | Leve   | 31,82 | Pequeno | 220,33 | Ideal |
| Pop5 | 64 | 73,58 | Médio  | 37,75 | Médio   | 242,67 | Ideal |
| Pop5 | 65 | 72,84 | Médio  | 28,83 | Pequeno | 221,33 | Ideal |
| Pop5 | 66 | 73,34 | Médio  | 32,72 | Pequeno | 305,33 | Ideal |
| Pop5 | 67 | 77,76 | Pesado | 31,75 | Pequeno | 280,67 | Ideal |
| Pop5 | 95 | 70,89 | Leve   | 29,82 | Pequeno | 217,67 | Ideal |
| Pop5 | 96 | 75,19 | Médio  | 36,80 | Médio   | 331,33 | Ideal |
| Pop5 | 97 | 73,34 | Médio  | 31,22 | Pequeno | 317,67 | Ideal |
| Pop5 | 98 | 70,11 | Leve   | 30,32 | Pequeno | 284,67 | Ideal |
| Pop5 | 99 | 73,90 | Médio  | 31,40 | Pequeno | 246,67 | Ideal |
| Pop6 | 30 | 69,60 | Leve   | 33,68 | Pequeno | 213,33 | Ideal |
| Pop6 | 31 | 72,42 | Médio  | 31,43 | Pequeno | 163,67 | Alta  |
| Pop6 | 52 | 75,14 | Médio  | 31,85 | Pequeno | 359,67 | Baixa |
| Pop6 | 53 | 72,35 | Médio  | 34,40 | Pequeno | 240,00 | Ideal |
| Pop6 | 59 | 70,73 | Leve   | 29,07 | Pequeno | 233,67 | Ideal |
| Pop6 | 60 | 76,38 | Pesado | 31,57 | Pequeno | 198,33 | Alta  |
| Pop6 | 61 | 74,51 | Médio  | 32,18 | Pequeno | 278,00 | Ideal |
| Pop6 | 87 | 71,44 | Leve   | 29,48 | Pequeno | 295,67 | Ideal |
| Pop6 | 88 | 73,75 | Médio  | 29,48 | Pequeno | 194,33 | Alta  |
| Pop6 | 89 | 74,33 | Médio  | 32,32 | Pequeno | 249,67 | Ideal |
| Pop6 | 90 | 75,23 | Médio  | 32,77 | Pequeno | 250,33 | Ideal |

Pop: população; classif.: classificação; PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); F.: Fundacep; Pop1: Abalone x Fundacep Nova Era; Pop2: Ônix x Fundacep Raízes; Pop3: CD 104 x Fundacep Cristalino; Pop4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; Pop5: CD 104 x Fundacep Raízes; Pop6: Fundacep Nova Era x CD 120.

Tabela 3. 6 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nos genitores. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

| Genitores           | RG     |    | PH    |    | MM      |    | FN      |    | água   |     | Sacarose |    | CS     |    |
|---------------------|--------|----|-------|----|---------|----|---------|----|--------|-----|----------|----|--------|----|
| CD 104              | 3831   | a  | 68,33 | a  | 30,67   | a  | 199,33  | a  | 100,92 | d   | 142,868  | b  | 122,07 | bc |
| CD 120              | 3746   | a  | 71,51 | a  | 31,90   | a  | 242,33  | a  | 102,34 | cd  | 137,035  | c  | 118,02 | c  |
| Abalone             | 3269   | a  | 72,96 | a  | 28,23   | a  | 304,00  | a  | 110,16 | b   | 158,458  | a  | 128,70 | b  |
| Fundacep Nova Era   | 3213   | a  | 73,88 | a  | 32,20   | a  | 287,33  | a  | 110,50 | b   | 145,171  | b  | 123,51 | bc |
| Ônix                | 3047   | a  | 75,37 | a  | 32,42   | a  | 248,67  | a  | 120,38 | a   | 142,847  | b  | 120,22 | bc |
| Fundacep Cristalino | 2114   | a  | 74,22 | a  | 31,78   | a  | 384,33  | a  | 107,46 | bc  | 161,592  | a  | 138,54 | a  |
| Fundacep Raízes     | 1522   | a  | 71,22 | a  | 30,52   | a  | 257,00  | a  | 105,57 | bcd | 145,736  | b  | 122,00 | bc |
| Genitores           | AL     |    | TP    |    | Umidade |    | Gordura |    | Fibras |     | Cinzas   |    | Amido  |    |
| CD 104              | 119,12 | bc | 14,33 | e  | 12,57   | ab | 1,69    | bc | 2,45   | d   | 1,64     | ab | 55,81  | a  |
| CD 120              | 111,05 | c  | 14,71 | d  | 12,68   | ab | 1,54    | d  | 2,65   | b   | 1,64     | ab | 56,61  | a  |
| Abalone             | 126,61 | bc | 14,75 | cd | 12,72   | a  | 1,86    | a  | 2,56   | c   | 1,64     | ab | 55,85  | b  |
| Fundacep Nova Era   | 133,79 | b  | 13,91 | f  | 12,47   | b  | 1,76    | b  | 2,63   | b   | 1,66     | a  | 55,72  | a  |
| Ônix                | 126,44 | bc | 14,86 | c  | 12,52   | ab | 1,87    | a  | 2,56   | c   | 1,59     | b  | 55,70  | a  |
| Fundacep Cristalino | 153,00 | a  | 16,30 | a  | 12,68   | ab | 1,76    | b  | 2,66   | b   | 1,59     | b  | 52,96  | b  |
| Fundacep Raízes     | 120,32 | bc | 15,28 | b  | 12,72   | a  | 1,67    | c  | 2,83   | a   | 1,66     | a  | 55,11  | b  |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. RG: Rendimento de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ); PH: peso hectolitro ( $\text{Kg hL}^{-1}$ ); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); umidade (%), gordura ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); fibras ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); cinzas ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); Amido (%).

Tabela 3. 7 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 1. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG       | PH       | MMG        | FN         | Água       | Sacarose   | CS       |
|------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 10   | 3863 a   | 72,25 a  | 29,50 a    | 197,33 i   | 111,07 bc  | 142,79 bc  | 123,97 a |
| 11   | 4652 a   | 75,33 a  | 31,75 a    | 330,33 de  | 109,54 bc  | 145,13 bc  | 127,18 a |
| 12   | 4500 a   | 75,65 a  | 31,57 a    | 306,33 efg | 108,43 bc  | 147,16 abc | 189,77 a |
| 13   | 4330 a   | 73,89 a  | 30,20 a    | 264,33 gh  | 111,17 bc  | 149,37 abc | 129,88 a |
| 14   | 4632 a   | 74,74 a  | 32,70 a    | 223,33 hi  | 106,04 c   | 151,02 abc | 133,11 a |
| 15   | 4199 a   | 75,71 a  | 32,10 a    | 370,33 bcd | 113,97 abc | 155,69 abc | 132,84 a |
| 34   | 4075 a   | 71,58 a  | 32,85 a    | 199,00 i   | 108,64 bc  | 154,74 abc | 138,18 a |
| 35   | 5256 a   | 74,65 a  | 29,45 a    | 384,00 bc  | 106,54 bc  | 149,72 abc | 127,29 a |
| 36   | 4888 a   | 74,67 a  | 34,43 a    | 334,33 de  | 114,69 abc | 148,57 abc | 130,30 a |
| 37   | 4464 a   | 74,56 a  | 31,93 a    | 260,00 gh  | 108,73 bc  | 135,20 c   | 123,35 a |
| 38   | 3733 a   | 75,00 a  | 30,52 a    | 398,33 ab  | 113,90 abc | 145,35 bc  | 129,69 a |
| 39   | 3518 a   | 71,23 a  | 29,73 a    | 279,00 fg  | 107,77 bc  | 156,41 ab  | 124,46 a |
| 68   | 2919 a   | 73,15 a  | 31,37 a    | 393,33 aba | 102,23 c   | 156,72 ab  | 124,10 a |
| 69   | 2699 a   | 74,49 a  | 31,65 a    | 260,00 gh  | 103,98 c   | 151,34 abc | 127,00 a |
| 70   | 3153 a   | 75,23 a  | 32,07 a    | 279,67 fg  | 109,97 bc  | 149,26 abc | 129,99 a |
| 71   | 3302 a   | 73,36 a  | 33,62 a    | 404,67 ab  | 110,44 bc  | 146,58 abc | 132,26 a |
| 100  | 3616 a   | 72,59 a  | 29,65 a    | 435,67 a   | 119,23 ab  | 151,22 abc | 133,46 a |
| 101  | 4748 a   | 73,28 a  | 32,93 a    | 320,00 ef  | 103,51 c   | 139,80 bc  | 122,56 a |
| 102  | 4687 a   | 75,31 a  | 28,95 a    | 344,33 cde | 125,42 a   | 166,43 a   | 128,79 a |
| Fam. | AL       | TP       | Umidade    | Gordura    | Fibras     | Cinzas     | Amido    |
| 10   | 143,2 bc | 13,74 j  | 12,62 def  | 1,76 e     | 2,55 cde   | 1,66 ab    | 55,39 ab |
| 11   | 147,7 ab | 13,93 i  | 12,60 def  | 1,97 a     | 2,61 ab    | 1,70 a     | 53,92 cd |
| 12   | 147,0 ab | 14,45 g  | 12,65 bcd  | 1,90 b     | 2,53 def   | 1,58 ef    | 54,45 bc |
| 13   | 147,5 ab | 15,08 c  | 12,70 abc  | 1,83 d     | 2,49 fgh   | 1,60 cdef  | 53,35 de |
| 14   | 124,5 e  | 15,90 a  | 12,63 cde  | 1,83 d     | 2,51 efg   | 1,65 abc   | 51,96 g  |
| 15   | 136,0 cd | 14,58 fg | 12,64 bcde | 1,91 b     | 2,47 gh    | 1,54 f     | 54,58 bc |

Continuação...

Continuação...

|     |       |    |       |    |       |      |      |    |      |      |      |      |       |     |
|-----|-------|----|-------|----|-------|------|------|----|------|------|------|------|-------|-----|
| 34  | 136,1 | cd | 15,87 | a  | 12,70 | ab   | 1,75 | e  | 2,54 | cdef | 1,64 | bcd  | 52,20 | fg  |
| 35  | 132,6 | de | 15,56 | b  | 12,64 | bcde | 1,83 | d  | 2,53 | def  | 1,59 | cdef | 53,15 | def |
| 36  | 132,4 | de | 13,74 | j  | 12,60 | def  | 1,97 | a  | 2,55 | efg  | 1,58 | ef   | 55,72 | a   |
| 37  | 124,9 | e  | 13,92 | ij | 12,56 | f    | 1,92 | b  | 2,52 | defg | 1,62 | bcd  | 55,82 | a   |
| 38  | 130,1 | de | 14,70 | ef | 12,66 | bcd  | 1,85 | cd | 2,56 | cd   | 1,64 | abcd | 54,01 | cd  |
| 39  | 124,5 | e  | 14,20 | h  | 12,75 | a    | 1,89 | b  | 2,48 | gh   | 1,56 | ef   | 55,36 | ab  |
| 68  | 129,5 | de | 15,93 | a  | 12,65 | bcd  | 1,76 | e  | 2,63 | a    | 1,56 | ef   | 52,63 | efg |
| 69  | 136,1 | cd | 15,66 | b  | 12,65 | def  | 1,68 | f  | 2,55 | efg  | 1,58 | ef   | 53,11 | def |
| 70  | 131,6 | de | 15,17 | c  | 12,58 | ef   | 1,91 | b  | 2,58 | bc   | 1,60 | cdef | 53,64 | cde |
| 71  | 143,0 | bc | 15,12 | c  | 12,56 | f    | 1,86 | c  | 2,58 | bc   | 1,59 | def  | 53,35 | de  |
| 100 | 137,5 | cd | 15,02 | cd | 12,44 | g    | 1,90 | b  | 2,52 | defg | 1,67 | ab   | 53,83 | cd  |
| 101 | 143,5 | bc | 14,84 | de | 12,47 | g    | 1,84 | cd | 2,52 | defg | 1,67 | ab   | 54,63 | bc  |
| 102 | 154,2 | a  | 13,76 | ij | 12,47 | g    | 1,98 | a  | 2,45 | h    | 1,59 | cdef | 56,40 | a   |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 1: Abalone x Fundacep Nova Era; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Tabela 3. 8 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 2. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG         | PH       | MMG       | FN          | Água       | Sacarose | CS       |
|------|------------|----------|-----------|-------------|------------|----------|----------|
| 18   | 3115 a     | 74,12 a  | 32,55 a   | 258,33 e    | 105,45 de  | 141,63 a | 119,98 a |
| 19   | 3507 a     | 73,47 a  | 30,60 a   | 241,33 e    | 110,96 ab  | 143,77 a | 117,45 a |
| 20   | 3639 a     | 73,17 a  | 31,50 a   | 278,00 de   | 113,66 a   | 144,60 a | 128,04 a |
| 44   | 3826 a     | 72,41 a  | 30,90 a   | 325,33 bcd  | 104,55 de  | 142,90 a | 119,17 a |
| 45   | 4608 a     | 75,94 a  | 32,00 a   | 356,33 b    | 107,92 bcd | 141,19 a | 124,89 a |
| 46   | 4459 a     | 74,28 a  | 32,00 a   | 298,00 bcde | 106,50 cd  | 147,56 a | 127,59 a |
| 47   | 3165 a     | 74,70 a  | 33,08 a   | 441,33 a    | 105,97 cde | 136,12 a | 115,46 a |
| 91   | 4294 a     | 75,36 a  | 33,52 a   | 296,33 cde  | 101,76 e   | 142,02 a | 121,45 a |
| 92   | 3296 a     | 74,81 a  | 32,95 a   | 351,33 bc   | 104,15 de  | 149,40 a | 115,49 a |
| 93   | 3603 a     | 71,89 a  | 33,47 a   | 352,67 bc   | 110,28 abc | 147,16 a | 120,87 a |
| Fam. | AL         | TP       | Umidade   | Gordura     | Fibra      | Cinzas   | Amido    |
| 18   | 131,76 abc | 14,81 bc | 12,70 a   | 1,84 bcd    | 2,49 cd    | 1,64 c   | 55,33 cd |
| 19   | 137,54 ab  | 14,13 de | 12,61 abc | 1,91 a      | 2,59 a     | 1,68 abc | 55,19 cd |
| 20   | 115,83 c   | 14,64 c  | 12,60 abc | 1,87 abc    | 2,46 d     | 1,56 d   | 54,92 d  |
| 44   | 124,09 bc  | 14,24 d  | 12,54 bcd | 1,74 g      | 2,52 bcd   | 1,67 abc | 55,01 d  |
| 45   | 120,33 bc  | 14,05 e  | 12,70 a   | 1,89 ab     | 2,51 bcd   | 1,53 d   | 56,09 ab |
| 46   | 118,14 c   | 14,30 d  | 12,66 a   | 1,84 bcd    | 2,57 ab    | 1,54 d   | 56,15 ab |
| 47   | 143,17 a   | 13,51 f  | 12,61 abc | 1,81 def    | 2,57 ab    | 1,64 bc  | 56,70 a  |
| 91   | 127,41 abc | 14,87 ab | 12,48 d   | 1,77 efg    | 2,49 cd    | 1,56 d   | 55,80 bc |
| 92   | 118,29 bc  | 14,99 a  | 12,64 ab  | 1,75 fg     | 2,55 abc   | 1,70 a   | 55,20 cd |
| 93   | 124,31 bc  | 14,29 d  | 12,52 cd  | 1,82 cde    | 2,50 cd    | 1,69 ab  | 55,15 cd |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 2: Ônix x Fundacep Raízes; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Tabela 3. 9 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 3. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG     |   | PH    |   | MMG     |    | FN      |     | Água   |      | Sacarose |       | CS     |      |
|------|--------|---|-------|---|---------|----|---------|-----|--------|------|----------|-------|--------|------|
| 2    | 2148   | a | 73,55 | a | 30,62   | a  | 244,67  | cd  | 99,05  | b    | 153,597  | a     | 135,58 | abcd |
| 3    | 2778   | a | 72,26 | a | 30,90   | a  | 214,33  | def | 104,43 | ab   | 146,473  | a     | 125,11 | d    |
| 4    | 2091   | a | 72,16 | a | 30,47   | a  | 172,33  | fg  | 103,36 | ab   | 147,896  | a     | 138,36 | abc  |
| 5    | 3070   | a | 71,38 | a | 32,82   | a  | 239,33  | cd  | 106,95 | ab   | 154,036  | a     | 138,47 | abc  |
| 6    | 3727   | a | 74,53 | a | 31,90   | a  | 296,67  | ab  | 108,10 | ab   | 156,882  | a     | 130,42 | abcd |
| 7    | 3424   | a | 75,72 | a | 32,33   | a  | 252,67  | bcd | 108,40 | ab   | 156,957  | a     | 131,69 | abcd |
| 8    | 3766   | a | 73,54 | a | 35,25   | a  | 226,00  | de  | 99,90  | b    | 149,487  | a     | 131,43 | abcd |
| 9    | 3721   | a | 73,57 | a | 36,90   | a  | 319,00  | a   | 101,53 | ab   | 150,779  | a     | 125,90 | d    |
| 32   | 3385   | a | 72,22 | a | 33,77   | a  | 257,33  | bcd | 107,49 | ab   | 152,371  | a     | 133,87 | abcd |
| 33   | 5272   | a | 73,42 | a | 31,55   | a  | 254,67  | bcd | 96,68  | b    | 144,054  | a     | 127,16 | cd   |
| 54   | 2060   | a | 71,18 | a | 32,33   | a  | 281,00  | abc | 104,23 | ab   | 150,401  | a     | 129,71 | abcd |
| 55   | 1062   | a | 71,49 | a | 30,93   | a  | 277,67  | abc | 100,83 | ab   | 156,082  | a     | 139,20 | abc  |
| 56   | 1045   | a | 74,07 | a | 29,18   | a  | 250,00  | bcd | 101,68 | ab   | 153,344  | a     | 140,00 | ab   |
| 57   | 1291   | a | 73,63 | a | 30,63   | a  | 253,00  | bcd | 102,29 | ab   | 153,287  | a     | 134,62 | abcd |
| 58   | 662    | a | 69,90 | a | 28,92   | a  | 182,67  | def | 98,44  | b    | 144,412  | a     | 128,14 | bcd  |
| 80   | 2295   | a | 74,12 | a | 33,15   | a  | 234,33  | cd  | 117,34 | a    | 151,302  | a     | 134,99 | abcd |
| 81   | 4064   | a | 74,34 | a | 32,20   | a  | 247,33  | bcd | 112,12 | ab   | 153,464  | a     | 136,49 | abcd |
| 82   | 3576   | a | 74,44 | a | 35,78   | a  | 220,00  | def | 101,25 | ab   | 142,372  | a     | 127,66 | cd   |
| 83   | 3363   | a | 72,77 | a | 32,98   | a  | 226,33  | de  | 105,00 | ab   | 150,582  | a     | 140,89 | a    |
| 84   | 3506   | a | 72,99 | a | 30,83   | a  | 246,67  | cd  | 111,06 | ab   | 146,641  | a     | 130,68 | abcd |
| 85   | 2276   | a | 72,56 | a | 31,45   | a  | 221,67  | def | 113,05 | ab   | 146,518  | a     | 132,56 | abcd |
| 86   | 3697   | a | 72,30 | a | 33,77   | a  | 143,33  | g   | 111,32 | ab   | 150,612  | a     | 136,73 | abcd |
| Fam. | AL     |   | TP    |   | umidade |    | Gordura |     | Fibra  |      | Cinzas   |       | Amido  |      |
| 2    | 150,17 | a | 15,45 | h | 12,67   | ab | 1,86    | a   | 2,65   | abcd | 1,64     | cdefg | 53,36  | bcd  |

Continuação...

Continuação...

|    |        |      |       |     |       |       |      |     |      |       |      |       |       |     |
|----|--------|------|-------|-----|-------|-------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|-----|
| 3  | 134,72 | abcd | 14,64 | j   | 12,56 | cdef  | 1,70 | cde | 2,61 | bcdef | 1,70 | abc   | 54,79 | ab  |
| 4  | 129,12 | bcd  | 15,41 | h   | 12,63 | abcd  | 1,73 | cd  | 2,62 | bcde  | 1,74 | ab    | 52,37 | de  |
| 5  | 132,11 | abcd | 16,47 | b   | 12,57 | bcde  | 1,54 | h   | 2,51 | ghi   | 1,75 | a     | 50,72 | f   |
| 6  | 126,22 | bcd  | 15,73 | g   | 12,59 | abcde | 1,65 | efg | 2,51 | ghi   | 1,69 | abcd  | 52,41 | de  |
| 7  | 132,93 | abcd | 16,12 | cde | 12,58 | bcde  | 1,85 | a   | 2,53 | fgh   | 1,73 | ab    | 50,75 | f   |
| 8  | 127,72 | bcd  | 15,92 | efg | 12,61 | abcde | 1,81 | ab  | 2,56 | efgh  | 1,70 | abc   | 51,55 | ef  |
| 9  | 136,25 | abcd | 15,73 | g   | 12,58 | bcde  | 1,85 | a   | 2,50 | ghi   | 1,59 | g     | 53,71 | bcd |
| 32 | 124,44 | cd   | 15,93 | efg | 12,67 | ab    | 1,65 | efg | 2,50 | ghi   | 1,60 | fg    | 54,14 | abc |
| 33 | 122,76 | d    | 16,25 | cd  | 12,61 | abcde | 1,50 | h   | 2,48 | hi    | 1,64 | cdefg | 54,34 | abc |
| 54 | 129,65 | bcd  | 15,82 | fg  | 12,59 | abcde | 1,73 | cd  | 2,50 | ghi   | 1,58 | g     | 54,31 | abc |
| 55 | 136,61 | abcd | 16,82 | a   | 12,66 | abc   | 1,73 | cd  | 2,43 | i     | 1,64 | cdefg | 53,50 | bcd |
| 56 | 129,37 | bcd  | 16,33 | bc  | 12,46 | fghi  | 1,62 | g   | 2,57 | bcdef | 1,62 | efg   | 53,14 | cd  |
| 57 | 138,20 | abcd | 16,72 | a   | 12,69 | a     | 1,63 | fg  | 2,57 | bcdef | 1,66 | cdef  | 53,33 | cd  |
| 58 | 130,44 | abcd | 16,06 | de  | 12,44 | hi    | 1,55 | h   | 2,68 | ab    | 1,68 | bcde  | 53,48 | bcd |
| 80 | 140,92 | abcd | 16,01 | ef  | 12,60 | abcde | 1,73 | cd  | 2,62 | bcde  | 1,61 | ffg   | 53,73 | bcd |
| 81 | 144,62 | ab   | 16,13 | cde | 12,64 | abcd  | 1,76 | bc  | 2,57 | defg  | 1,60 | fg    | 53,52 | bcd |
| 82 | 131,02 | abcd | 15,44 | h   | 12,41 | i     | 1,63 | g   | 2,60 | bcdef | 1,70 | abc   | 53,73 | bcd |
| 83 | 143,66 | abc  | 15,10 | i   | 12,45 | ghi   | 1,85 | a   | 2,73 | a     | 1,66 | cdef  | 54,27 | abc |
| 84 | 128,10 | bcd  | 14,16 | k   | 12,55 | defg  | 1,83 | a   | 2,50 | ghi   | 1,61 | fg    | 55,41 | a   |
| 85 | 131,41 | abcd | 15,12 | i   | 12,42 | hi    | 1,69 | def | 2,53 | fgh   | 1,63 | defg  | 54,32 | abc |
| 86 | 132,16 | abcd | 15,80 | fg  | 12,51 | efgh  | 1,74 | cd  | 2,65 | abc   | 1,69 | abcd  | 54,34 | abc |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 3: CD 104 x Fundacep Cristalino; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Tabela 3. 10 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 4. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG   |   | PH    |   | MMG   |   | FN     |       | Água   |           | Sacarose |         | CS     |        |
|------|------|---|-------|---|-------|---|--------|-------|--------|-----------|----------|---------|--------|--------|
| 22   | 3495 | a | 72,83 | a | 33,12 | a | 312,30 | defg  | 116,71 | abcde     | 154,25   | bcdefg  | 135,18 | abcde  |
| 23   | 4468 | a | 73,24 | a | 32,33 | a | 266,30 | ghi   | 111,22 | defghijk  | 149,48   | defg    | 131,19 | cdefg  |
| 24   | 2723 | a | 71,81 | a | 30,48 | a | 301,30 | defgh | 110,93 | efghijk   | 155,15   | abcdefg | 132,15 | bcdefg |
| 25   | 2585 | a | 73,23 | a | 30,83 | a | 352,30 | bcd   | 111,52 | cdefghijk | 155,93   | abcdefg | 137,79 | abcd   |
| 26   | 2952 | a | 71,87 | a | 31,32 | a | 312,33 | defg  | 117,70 | ab        | 158,67   | abcdef  | 138,65 | abc    |
| 27   | 2730 | a | 69,74 | a | 30,22 | a | 224,67 | ijk   | 117,26 | abcd      | 160,73   | abcd    | 141,66 | ab     |
| 28   | 5754 | a | 76,95 | a | 30,35 | a | 307,67 | defg  | 114,39 | bcdefhg   | 159,70   | abcde   | 137,76 | abcd   |
| 29   | 4274 | a | 72,51 | a | 35,13 | a | 237,30 | hijk  | 107,86 | jk        | 152,35   | cdefg   | 129,77 | cdefg  |
| 48   | 3272 | a | 72,94 | a | 30,98 | a | 303,67 | defg  | 108,23 | ijk       | 152,41   | cdefg   | 130,28 | cdefg  |
| 49   | 3252 | a | 75,90 | a | 31,78 | a | 283,67 | efghi | 97,56  | l         | 147,96   | fg      | 134,96 | abcdef |
| 50   | 3148 | a | 73,74 | a | 31,40 | a | 396,30 | ab    | 107,67 | jk        | 146,67   | g       | 129,88 | cdefg  |
| 51   | 2795 | a | 73,95 | a | 31,63 | a | 422,33 | a     | 117,43 | abc       | 153,19   | bcdefg  | 136,18 | abcd   |
| 72   | 3960 | a | 73,70 | a | 31,53 | a | 268,67 | fghi  | 121,78 | a         | 164,72   | ab      | 143,14 | a      |
| 73   | 3428 | a | 71,45 | a | 32,30 | a | 199,33 | jk    | 112,56 | bcdefghij | 152,44   | cdefg   | 132,24 | bcdefg |
| 74   | 3456 | a | 72,54 | a | 30,63 | a | 418,67 | a     | 116,44 | abcde     | 161,04   | abc     | 136,18 | abcd   |
| 75   | 3638 | a | 74,60 | a | 29,62 | a | 359,33 | abcd  | 116,23 | abcde     | 156,51   | abcdefg | 134,25 | abcdef |
| 76   | 3569 | a | 75,40 | a | 32,07 | a | 303,33 | defg  | 108,31 | hijk      | 149,08   | efg     | 126,46 | efg    |
| 77   | 3190 | a | 75,08 | a | 31,98 | a | 306,67 | defg  | 114,75 | bcdefg    | 151,21   | cdefg   | 134,66 | abcdef |
| 78   | 4407 | a | 75,56 | a | 31,92 | a | 229,67 | ijk   | 108,52 | hijk      | 150,31   | cdefg   | 125,96 | efg    |
| 103  | 5246 | a | 75,23 | a | 32,62 | a | 338,30 | bcde  | 114,20 | bcdefghi  | 161,53   | abc     | 128,61 | defg   |
| 104  | 5264 | a | 75,54 | a | 32,05 | a | 391,67 | abc   | 115,26 | bcdef     | 166,26   | a       | 131,76 | cdefg  |
| 105  | 447  | a | 73,42 | a | 28,35 | a | 227,67 | ijk   | 106,22 | k         | 157,48   | abcdefg | 124,38 | g      |
| 106  | 4577 | a | 73,99 | a | 30,58 | a | 331,30 | cdef  | 106,57 | jk        | 153,47   | bcdefg  | 125,42 | fg     |
| 107  | 3615 | a | 73,61 | a | 31,02 | a | 360,67 | abcd  | 108,75 | ghijk     | 155,10   | abcdefg | 125,42 | fg     |

Continuação...

Continuação...

| 108  | 5604   | a       | 75,02   | a       | 30,18  | a       | 285,67 | efghi  | 114,73 | bcdefg    | 160,32 | abcde   | 129,74 | cdefg   |
|------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| 109  | 4084   | a       | 72,39   | a       | 32,67  | a       | 232,30 | ijk    | 112,56 | bcdefghij | 159,44 | abcdef  | 132,05 | cdefg   |
| 110  | 3683   | a       | 73,34   | a       | 35,13  | a       | 252,33 | ghij   | 109,91 | fghijk    | 152,92 | cdefg   | 131,75 | cdefg   |
| 111  | 3992   | a       | 73,51   | a       | 30,20  | a       | 276,33 | efghi  | 107,57 | jk        | 152,81 | cdefg   | 133,90 | abcdefg |
| 112  | 4311   | a       | 74,48   | a       | 31,17  | a       | 175,30 | k      | 115,21 | bcdef     | 154,75 | abcdefg | 135,27 | abcde   |
| Fam. | AL     | TP      | Umidade | Gordura | Fibras | Cinzas  | Amido  |        |        |           |        |         |        |         |
| 22   | 133,41 | cdefgh  | 14,87   | lm      | 12,56  | fghijk  | 1,87   | cdefg  | 2,51   | hi        | 1,63   | fghijk  | 53,75  | bcdef   |
| 23   | 128,27 | fgh     | 15,12   | j       | 12,42  | no      | 1,83   | efghi  | 2,57   | cdefgh    | 1,68   | bcdefg  | 53,03  | efghi   |
| 24   | 129,24 | efgh    | 16,20   | bc      | 12,44  | no      | 1,69   | op     | 2,54   | efghi     | 1,63   | efghij  | 52,08  | ijk     |
| 25   | 129,86 | efgh    | 14,70   | mn      | 12,60  | defgh   | 1,89   | cde    | 2,56   | defghi    | 1,62   | hijk    | 54,30  | abc     |
| 26   | 134,69 | bcdefgh | 15,65   | efg     | 12,50  | jklmn   | 1,75   | lmno   | 2,52   | ghi       | 1,66   | cdefgh  | 52,74  | efghijk |
| 27   | 133,96 | cdefgh  | 15,53   | fghi    | 12,46  | mno     | 1,84   | efghi  | 2,60   | abcde     | 1,68   | abcdef  | 52,89  | efghij  |
| 28   | 133,37 | cdefgh  | 15,13   | j       | 12,59  | efghi   | 1,86   | defgh  | 2,63   | abc       | 1,65   | cdefgh  | 53,08  | defghi  |
| 29   | 123,47 | h       | 14,86   | lm      | 12,55  | ghijkl  | 1,68   | p      | 2,55   | defghi    | 1,73   | ab      | 53,69  | bcdefg  |
| 48   | 141,76 | abcdefg | 15,46   | ghi     | 12,57  | efghijk | 1,91   | bcd    | 2,59   | bcdef     | 1,69   | abcde   | 52,72  | fghijk  |
| 49   | 137,46 | bcdefgh | 17,22   | a       | 12,54  | hijklm  | 1,76   | klmn   | 2,57   | cdefgh    | 1,62   | hijk    | 51,60  | k       |
| 50   | 126,70 | gh      | 15,46   | ghi     | 12,41  | o       | 1,83   | efghi  | 2,50   | i         | 1,63   | efghij  | 53,63  | cdefgh  |
| 51   | 137,50 | bcdefgh | 14,54   | n       | 12,48  | klmno   | 1,99   | a      | 2,55   | defghi    | 1,58   | jkl     | 55,32  | a       |
| 72   | 147,31 | abcd    | 16,35   | b       | 12,61  | cdefgh  | 1,85   | ghijkl | 2,66   | a         | 1,59   | ijkl    | 51,85  | jk      |
| 73   | 142,08 | abcdefg | 15,70   | ef      | 12,55  | hijklm  | 1,75   | lmno   | 2,51   | hi        | 1,64   | efghij  | 52,51  | hijk    |
| 74   | 149,46 | abc     | 15,58   | fgh     | 12,65  | abcde   | 1,92   | bc     | 2,57   | defgh     | 1,57   | kl      | 53,15  | defghi  |
| 75   | 143,79 | abcdef  | 16,14   | bc      | 12,59  | efghi   | 1,83   | efghi  | 2,54   | efghi     | 1,59   | ijkl    | 52,30  | ijk     |
| 76   | 131,59 | defgh   | 15,44   | hi      | 12,70  | ab      | 1,82   | fghijk | 2,64   | ab        | 1,57   | kl      | 52,99  | efghij  |
| 77   | 137,23 | bcdefgh | 15,80   | de      | 12,71  | a       | 1,85   | ghijkl | 2,58   | cdefg     | 1,62   | hijk    | 52,89  | efghij  |
| 78   | 136,95 | bcdefgh | 16,33   | b       | 12,69  | abc     | 1,80   | hijkl  | 2,53   | fghi      | 1,62   | hijk    | 52,49  | ijk     |
| 103  | 150,63 | ab      | 15,81   | jk      | 12,47  | lmno    | 1,82   | fghij  | 2,52   | ghi       | 1,70   | abcd    | 54,19  | abcd    |
| 104  | 153,74 | a       | 14,94   | kl      | 12,44  | no      | 1,88   | cdef   | 2,52   | ghi       | 1,64   | defghi  | 55,05  | a       |

Continuação...

Continuação...

|     |        |          |       |     |       |         |      |        |      |        |      |        |       |        |
|-----|--------|----------|-------|-----|-------|---------|------|--------|------|--------|------|--------|-------|--------|
| 105 | 145,00 | abcde    | 15,92 | d   | 12,51 | ijklmn  | 1,68 | p      | 2,55 | defghi | 1,71 | abc    | 52,54 | ghijk  |
| 106 | 146,86 | abcd     | 14,64 | n   | 12,65 | abcdef  | 1,87 | cdefg  | 2,52 | ghi    | 1,68 | bcdefg | 54,80 | ab     |
| 107 | 138,82 | abcdefgh | 14,89 | klm | 12,69 | abcd    | 1,95 | ab     | 2,56 | defghi | 1,56 | l      | 55,29 | a      |
| 108 | 143,67 | abcdef   | 15,34 | i   | 12,56 | fghijk  | 1,79 | ijklm  | 2,57 | defgh  | 1,65 | cdefgh | 53,88 | bcde   |
| 109 | 142,45 | abcdefg  | 16,00 | cd  | 12,58 | efghij  | 1,73 | nop    | 2,53 | fghi   | 1,62 | ghijk  | 53,12 | defghi |
| 110 | 137,03 | bcdefgh  | 16,15 | bc  | 12,50 | ijklmn  | 1,76 | ijklmn | 2,53 | fghi   | 1,63 | efghij | 52,94 | efghij |
| 111 | 136,95 | bcdefgh  | 15,49 | ghi | 12,64 | abcdefg | 1,73 | mnop   | 2,59 | bcdef  | 1,65 | defgh  | 53,76 | bcdef  |
| 112 | 142,39 | abcdefg  | 14,86 | lm  | 12,62 | bcdefgh | 1,82 | fghijk | 2,65 | abcd   | 1,74 | a      | 53,49 | cdefgh |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 4: Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

Tabela 3. 11 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 5. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG     |      | PH       |    | MMG     |       | FN      |     | Água   |     | Sacarose |      | CS     |      |
|------|--------|------|----------|----|---------|-------|---------|-----|--------|-----|----------|------|--------|------|
| 16   | 3172   | a    | 72,27    | a  | 31,42   | a     | 215,67  | e   | 105,71 | b   | 141,41   | cde  | 121,56 | bcd  |
| 17   | 3751   | a    | 78,95    | a  | 31,38   | a     | 240,33  | e   | 102,20 | b   | 151,48   | a    | 119,50 | bcde |
| 41   | 4949   | a    | 72,95    | a  | 28,95   | a     | 233,00  | e   | 101,93 | b   | 146,14   | abcd | 123,46 | ab   |
| 42   | 3790   | a    | 72,28    | a  | 31,83   | a     | 338,33  | a   | 101,31 | b   | 146,62   | abc  | 115,38 | e    |
| 43   | 5064   | a    | 75,50    | a  | 31,63   | a     | 308,00  | ab  | 100,82 | b   | 146,32   | abcd | 119,81 | bcde |
| 63   | 2236   | a    | 71,30    | a  | 31,82   | a     | 220,33  | e   | 104,59 | b   | 139,70   | de   | 122,33 | abc  |
| 64   | 2581   | a    | 73,58    | a  | 37,75   | a     | 242,67  | de  | 102,70 | b   | 139,21   | e    | 121,14 | bcd  |
| 65   | 2771   | a    | 72,84    | a  | 28,83   | a     | 221,33  | e   | 100,35 | b   | 143,26   | cde  | 118,54 | bcde |
| 66   | 2866   | a    | 73,34    | a  | 32,72   | a     | 305,33  | ab  | 100,12 | b   | 141,65   | cde  | 121,88 | abc  |
| 67   | 3199   | a    | 77,76    | a  | 31,75   | a     | 280,67  | bcd | 99,94  | b   | 143,80   | bcde | 120,27 | bcde |
| 95   | 2864   | a    | 70,89    | a  | 29,82   | a     | 217,67  | e   | 114,91 | a   | 141,77   | cde  | 115,84 | de   |
| 96   | 3661   | a    | 75,19    | a  | 36,80   | a     | 331,33  | a   | 105,71 | b   | 147,98   | abc  | 123,02 | ab   |
| 97   | 3595   | a    | 73,34    | a  | 31,22   | a     | 317,67  | ab  | 106,82 | b   | 142,64   | cde  | 116,82 | cde  |
| 98   | 2663   | a    | 70,11    | a  | 30,32   | a     | 284,67  | bc  | 100,96 | b   | 144,69   | bcde | 120,25 | bcde |
| 99   | 3202   | a    | 73,90    | a  | 31,40   | a     | 246,67  | cde | 106,62 | b   | 150,22   | ab   | 127,29 | a    |
| Fam. | AL     |      | Proteína |    | Umidade |       | Gordura |     | Fibra  |     | Cinzas   |      | Amido  |      |
| 16   | 135,32 | a    | 15,43    | a  | 12,46   | cde   | 1,59    | hi  | 2,50   | f   | 1,70     | cdef | 53,56  | fgh  |
| 17   | 110,92 | cd   | 14,76    | e  | 12,49   | cde   | 1,62    | gh  | 2,72   | b   | 1,74     | bc   | 55,09  | cd   |
| 41   | 117,22 | bcd  | 13,91    | i  | 12,52   | abcde | 1,65    | fg  | 2,95   | a   | 1,67     | fg   | 56,69  | b    |
| 42   | 116,55 | bcd  | 13,33    | j  | 12,50   | bcde  | 1,58    | hi  | 2,38   | g   | 1,68     | fg   | 57,95  | a    |
| 43   | 117,33 | bcd  | 14,65    | h  | 12,59   | abc   | 1,94    | a   | 2,51   | ef  | 1,63     | h    | 55,13  | cd   |
| 63   | 125,21 | ab   | 14,78    | e  | 12,65   | a     | 1,73    | de  | 2,72   | b   | 1,71     | cdef | 53,49  | gh   |
| 64   | 124,24 | abc  | 15,80    | cd | 12,55   | abcd  | 1,80    | bc  | 2,75   | b   | 1,72     | bcde | 53,05  | h    |
| 65   | 119,22 | bcd  | 14,78    | e  | 12,56   | abc   | 1,77    | bcd | 2,71   | bc  | 1,75     | b    | 53,81  | efgh |
| 66   | 117,59 | bcd  | 15,40    | d  | 12,58   | abc   | 1,81    | b   | 2,61   | cde | 1,60     | hi   | 53,47  | gh   |
| 67   | 122,91 | abcd | 14,79    | e  | 12,63   | ab    | 1,74    | cde | 2,58   | def | 1,58     | i    | 54,37  | defg |
| 95   | 110,26 | d    | 14,43    | f  | 12,58   | abc   | 1,56    | i   | 2,55   | ef  | 1,75     | b    | 56,05  | bc   |

Continuação...

Continuação...

|    |        |     |       |    |       |     |      |    |      |     |      |      |       |     |
|----|--------|-----|-------|----|-------|-----|------|----|------|-----|------|------|-------|-----|
| 96 | 113,96 | bcd | 14,17 | h  | 12,31 | f   | 1,73 | de | 2,66 | bcd | 1,73 | bcd  | 57,15 | ab  |
| 97 | 118,59 | bcd | 14,21 | gh | 12,42 | def | 1,73 | de | 2,59 | def | 1,69 | efg  | 56,31 | b   |
| 98 | 113,39 | bcd | 15,16 | bc | 12,28 | f   | 1,55 | i  | 2,56 | ef  | 1,83 | a    | 54,75 | de  |
| 99 | 124,39 | abc | 15,24 | b  | 12,39 | ef  | 1,69 | ef | 2,56 | ef  | 1,70 | defg | 54,68 | def |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 5: CD 104 x Fundacep Raízes; RG: Rendimento de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ); PH: peso hectolitro ( $\text{Kg hL}^{-1}$ ); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); umidade (%), gordura ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); fibras ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); cinzas ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ); Amido (%).

Tabela 3. 12 - Análise de médias para os caracteres de qualidade industrial e rendimento de grãos nas famílias da população 6. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Fam. | RG   |    | PH    |   | MMG   |   | FN     |    | Água   |     | Sacarose |    | CS     |   |
|------|------|----|-------|---|-------|---|--------|----|--------|-----|----------|----|--------|---|
| 30   | 3777 | ab | 69,60 | a | 33,68 | a | 213,33 | de | 102,22 | bc  | 150,76   | a  | 122,15 | a |
| 31   | 4294 | a  | 72,42 | a | 31,43 | a | 163,67 | f  | 101,37 | bc  | 150,91   | a  | 120,54 | a |
| 52   | 1673 | ab | 75,14 | a | 31,85 | a | 359,67 | a  | 103,33 | bc  | 148,95   | a  | 123,74 | a |
| 53   | 1734 | ab | 72,35 | a | 34,40 | a | 240,00 | cd | 102,50 | bc  | 147,03   | ab | 119,40 | a |
| 59   | 744  | b  | 70,73 | a | 29,07 | a | 233,67 | de | 97,47  | c   | 139,25   | bc | 115,69 | a |
| 60   | 1125 | ab | 76,38 | a | 31,57 | a | 198,33 | ef | 103,15 | bc  | 149,10   | a  | 125,03 | a |
| 61   | 2239 | ab | 74,51 | a | 32,18 | a | 278,00 | bc | 100,64 | bc  | 147,35   | ab | 119,54 | a |
| 87   | 3677 | ab | 71,44 | a | 29,48 | a | 295,67 | b  | 106,38 | ab  | 149,31   | a  | 116,98 | a |
| 88   | 4065 | ab | 73,75 | a | 29,48 | a | 194,33 | ef | 103,56 | abc | 147,36   | ab | 124,86 | a |
| 89   | 4251 | a  | 74,33 | a | 32,32 | a | 249,67 | cd | 109,62 | a   | 148,06   | a  | 122,96 | a |
| 90   | 3794 | ab | 75,23 | a | 32,77 | a | 250,33 | cd | 105,48 | ab  | 136,81   | c  | 124,83 | a |

| Fam. | AL     |   | TP    |    | Umidade |      | Gordura |    | Fibra |      | Cinzas |    | Amido |   |
|------|--------|---|-------|----|---------|------|---------|----|-------|------|--------|----|-------|---|
| 30   | 114,64 | a | 14,86 | d  | 12,62   | a    | 1,67    | bc | 2,61  | bcde | 1,71   | bc | 54,54 | b |
| 31   | 137,31 | a | 15,88 | b  | 12,60   | ab   | 1,72    | ab | 2,52  | de   | 1,62   | d  | 52,89 | c |
| 52   | 121,32 | a | 16,13 | a  | 12,45   | bcde | 1,74    | a  | 2,45  | e    | 1,59   | d  | 53,36 | c |
| 53   | 112,91 | a | 14,99 | d  | 12,37   | de   | 1,56    | d  | 2,70  | abc  | 1,69   | c  | 56,08 | a |
| 59   | 116,16 | a | 14,43 | e  | 12,54   | abc  | 1,66    | bc | 2,77  | ab   | 1,77   | a  | 56,26 | a |
| 60   | 118,68 | a | 14,96 | d  | 12,51   | abcd | 1,75    | a  | 2,64  | abcd | 1,68   | c  | 54,94 | b |
| 61   | 112,43 | a | 14,53 | e  | 12,34   | e    | 1,67    | bc | 2,79  | a    | 1,70   | bc | 56,16 | a |
| 87   | 117,51 | a | 14,10 | f  | 12,51   | abcd | 1,76    | a  | 2,55  | cde  | 1,71   | bc | 56,19 | a |
| 88   | 116,45 | a | 15,25 | c  | 12,64   | a    | 1,57    | c  | 2,58  | cde  | 1,74   | ab | 54,35 | b |
| 89   | 111,74 | a | 13,98 | fg | 12,40   | cde  | 1,64    | C  | 2,76  | ab   | 1,72   | bc | 56,43 | a |
| 90   | 132,50 | a | 13,82 | g  | 12,52   | abcd | 1,77    | a  | 2,57  | cde  | 1,62   | d  | 56,21 | a |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Fam.: Família; População 6: Fundacep Nova Era x CD 120; RG: Rendimento de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>); PH: peso hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>); MMG: massa de mil grãos (gramas); FN: falling number – número de quedas (segundos); Capacidade de retenção de solventes - Água (%); Capacidade de retenção de solventes - Sacarose (%); CS: Capacidade de retenção de solventes – carbonato de sódio (%); AL: Capacidade de retenção de solventes – ácido láctico (%); TP: teor de proteína (g 100 g<sup>-1</sup>); umidade (%), gordura (g 100 g<sup>-1</sup>); fibras (g 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (g 100 g<sup>-1</sup>); Amido (%).

## **Capitulo 4: Caracterização de populações de trigo quanto à infecção por giberela**

#### 4.1 Introdução

No Brasil, o cultivo do trigo é marcado pelo elevado número de doenças, dentre as principais está a giberela ou fusariose da espiga, causada por *Gibberella zeae* (Schw.) Petch, (anamorfo *Fusarium graminearum* Schwabe) (REIS e CASA, 2005). A região Sul, maior produtora de trigo no Brasil, apresenta um clima bastante instável com relação a precipitação e temperatura, tanto entre anos, como no decorrer de um mesmo ano. A ocorrência de chuvas frequentes durante a fase de espigamento aliada a temperaturas médias de 15°C, contribuem para o ataque severo da doença (REIS et al., 2015).

Nos últimos anos, a giberela vem ganhando importância na triticultura, pois causa danos que podem ser quantitativos (redução no rendimento de grãos) e qualitativos (redução da qualidade dos grãos). Além disso, o acúmulo de várias micotoxinas, sendo as mais importantes a deoxinivalenol (DON) e a nivalenol (NIV), pois estas apresentam um grande risco a segurança alimentar e risco à saúde dos seres humanos, animais e ecossistemas naturais (FIGUEROA HAMMOND-KOSACK e SOLOMON, 2017).

É uma doença que apresenta dificuldade de controle, pois o fungo sobrevive em restos culturais, assim, durante todo ano pode haver inóculo no ar (REIS et al., 2011). Aliado a isto, tem-se a esporadicidade de sua ocorrência (BUTRINOWSKI, 2015), momento oportuno para realizar o controle (CASA et al., 2007), dificuldade do fungicida em atingir os sítios de infecção (REIS, BLUM e CASA, 1996; BUTRINOWSKI, 2015) e baixa eficiência de controle dos fungicidas disponíveis (PANISSON et al., 2003; SANTANA et al., 2014).

Por outro lado, a estratégia mais eficiente e de menor custo é a resistência genética (REIS et al., 2011). No entanto, as cultivares atualmente disponíveis no mercado, apresentam um nível de resistência ainda não satisfatório, assim como, ainda não existe no mercado cultivares de trigo que tenham a resistência completa ou que sejam imunes a doença (DEUNER et al., 2015).

Os programas de melhoramento têm despendido um grande esforço para identificar fontes de resistência em trigo, uma vez que é um caráter controlado por vários genes de efeito moderado e/ou fraco, para usá-las no desenvolvimento de novas cultivares em seus programas de melhoramento. As fontes de resistência mais

conhecidas são provenientes de trigos de primavera da Ásia (Sumai 3, Ning 7840, Nobeokabozu) e do Brasil (Frontana) e trigo de inverno da Europa (Praa 8, Novokrunka) (GERVAIS et al., 2003). Assim, o trabalho objetivou caracterizar famílias F<sub>6</sub> de trigo quando a infecção por giberela, e identificar famílias promissoras para o programa de melhoramento de trigo do Centro de Genômica e Fitomelhoramento

## **4.2 Material e métodos**

### **4.2.1 Ano e Local**

O experimento foi conduzido nos anos de 2015 e 2016 na área experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento localizado no Centro Agropecuário da Palma (CAP), pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), município de Capão do Leão – RS, situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste; a uma altitude de 13,24 m, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2 mm. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA) da unidade de Mapeamento Pelotas (SANTOS et al., 2006).

### **4.2.2 Preparo da área, tratos culturais e fitossanitários**

O preparo do solo da área experimental foi de acordo com as recomendações da RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018), sendo realizadas correções de acidez e adubação com macro nutrientes (NPK) em função dos teores observados na análise química do solo, para atender a demanda necessária da cultura. A semeadura foi realizada de forma manual. Os tratos culturais, assim como o controle de plantas daninhas, doenças e inseto-pragas foram realizados de acordo com a RCBPTT (FRANCO e EVANGELISTA, 2018).

### **4.2.3 Populações avaliadas**

Foram utilizadas seis populações segregantes nas gerações F<sub>5</sub> e F<sub>6</sub>, oriundas do cruzamento entre os genitores Abalone x Fundacep Nova Era (População 1), Ônix x Fundacep Raízes (População 2), CD 104 x Fundacep Cristalino (População 3), Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era (População 4), CD 104 x Fundacep Raízes (População 5) e Fundacep Nova Era x CD 120 (População 6), totalizando 106 famílias e os sete genitores.

### **4.2.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. No ano de 2015, na geração F<sub>5</sub>, a unidade experimental de cada família, dentro das populações foi de uma linha de dois metros, com espaçamento entre linhas de 0,30

metros. Foram realizadas 4 aplicações de fungicida, e ao final do ciclo da cultura foram colhidas aleatoriamente três espigas em cada linha para avaliação de grãos giberelados. No ano de 2016, na geração F<sub>6</sub>, a unidade experimental das famílias consistiu em duas linhas de dois metros, espaçadas a 0,30 metros entre linhas. Foram realizadas duas aplicações de fungicida.

#### 4.2.5 Caracteres avaliados

No campo, foi realizada a avaliação de severidade de infecção à giberela (em porcentagem), utilizando como referência a escala proposta Stack e Mckullen (2011). Ao final do ciclo reprodutivo, foram colhidas aleatoriamente dez espigas de cada linha, nas quais foi avaliada a porcentagem de grãos giberelados.

Para os dados de grãos giberelados foi realizada uma transformação, utilizando o decimal oriundo da divisão entre o número de grãos giberelados na espiga pelo número de grãos totais da espiga. Para os dados de severidade de infecção da espiga, foi realizada a transformação dos dados através da seguinte equação:

$$\text{arco seno} \sqrt{x/100}$$

#### 4.2.6 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados utilizando a distribuição de frequência e estatísticas univariadas que compreenderam medidas de posição e de dispersão: média, valores mínimo e máximo, coeficientes de variação (CV), de assimetria (S) e de curtose (K). Os valores de referência adotados para o coeficiente de assimetria foram  $S < 0$ , distribuição assimétrica à esquerda e  $S > 0$ , distribuição assimétrica à direita. Quanto ao coeficiente de curtose, os valores de referência foram:  $K = 0$ , distribuição normal, mesocúrtica  $K > 0$ , distribuição mais "afilada" que a normal (leptocúrtica); e  $K < 0$ , distribuição mais achatada do que a normal (platicúrtica). Posteriormente foi realizada uma análise de médias pelo teste de Tukey entre as populações e os genitores para destacar qual seria a melhor, quanto a resistência a infecção a giberela. Após, foi utilizada a melhor população para uma nova análise de médias para os caracteres avaliados, assim verificou-se quais as famílias destaque para os caracteres avaliados. As análises foram realizadas com uso do software estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.3) (SAS, 2002). Os gráficos foram construídos com auxílio do programa SigmaPlot 10.0 (SIGMAPLOT, 2007).

#### 4.2.7 Dados agroclimatológicos

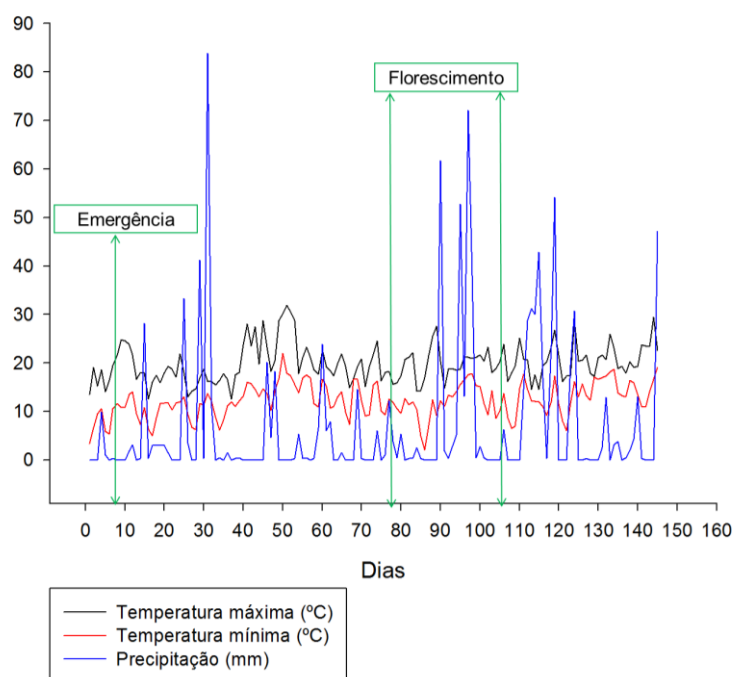


Figura 4. 1 - Dados agroclimatológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas durante o ciclo da cultura. Semeadura em 18 de junho, florescimento entre 04 de setembro a 02 de outubro de 2015. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

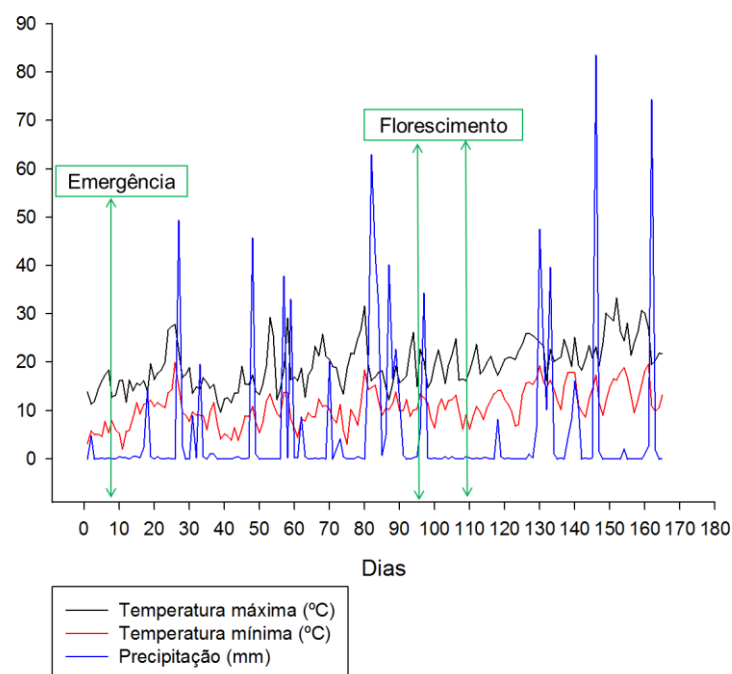


Figura 4. 2 - Dados agroclimatológicos da Estação Agroclimatológica de Pelotas durante o ciclo da cultura. Semeadura em 10 de junho, florescimento entre 12 e 26 de setembro de 2016. CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

### 4.3 Resultados e discussão

Na tabela 4.1 estão apresentados os resultados da análise descritiva, enquanto que, as distribuições de frequências estão dispostas na figura 4.3, para o caráter severidade de infecção a giberela de seis populações segregantes em F<sub>6</sub>, assim como a média de seus genitores para este caráter. Quando observa-se a média das populações, nota-se que, as populações 2 e 5 apresentaram médias de severidade inferiores a ambos os genitores, as populações 1, 3 e 6 apresentaram médias intermediárias, sendo superiores a um dos genitores, e somente a população 4 apresentou médias superiores a ambos os genitores. As maiores diferenças entre os genitores foram observadas nas populações 3 (0,337) e 6 (0,303), e a menor foi na população 5 (0,025) (Figura 4.3).

A cultivar Fundacep Nova Era apresentou o menor valor de severidade, não sendo superada por nenhuma das populações. Este resultado pode indicar uma possível resistência tipo I (resistência à infecção inicial). Foram encontrados resultados que corroboram com o presente estudo (ALVES et al., 2013). Em contrapartida, a cultivar Fundacep Raízes foi a mais suscetível a infecção. A avaliação de severidade de infecção a giberela é uma análise bastante importante pois está direta e positivamente relacionada como acúmulo de DON no grão (STEIN et al., 2009).

Todas as populações apresentaram o valor mínimo de zero, indicando que pelo menos uma das famílias dentro de cada população não sofreu ataque do fungo causador de giberela. Para o valor máximo observado, as populações 1 e 2 apresentaram o valor 0,650, indicando uma menor suscetibilidade destas ao ataque do fungo. O coeficiente de variação (CV), uma medida de dispersão dos dados em torno da média (CARVALHO, LORENCETTI e BENIN, 2004), foi considerado muito alto, conforme descrito por Pimentel Gomes (1985) para todas as populações.

Tabela 4. 1 - Resultados da análise de estatística descritiva do caráter severidade de infecção a giberela em seis populações F<sub>6</sub> no ano de 2016, e seus genitores para o conteúdo médio desses componentes. CGF-FAEM/UFPeL, Pelotas – RS, 2019.

| Populações  | P1    | P2    | Média (pop) | V.mím. | V.máx. | CV(%)  | S      | K      | $\sigma^2$ | Q1    | Q3    |
|-------------|-------|-------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|-------|-------|
| População 1 | 0,356 | 0,174 | 0,311       | 0,000  | 0,650  | 64,391 | -0,459 | -1,055 | 0,040      | 0,261 | 0,442 |
| População 2 | 0,508 | 0,717 | 0,311       | 0,000  | 0,650  | 52,040 | -0,339 | 0,058  | 0,026      | 0,261 | 0,442 |
| População 3 | 0,692 | 0,355 | 0,484       | 0,000  | 0,813  | 35,567 | -0,685 | 1,076  | 0,030      | 0,365 | 0,543 |
| População 4 | 0,355 | 0,174 | 0,358       | 0,000  | 0,813  | 64,757 | -0,116 | -0,736 | 0,054      | 0,261 | 0,543 |
| População 5 | 0,692 | 0,717 | 0,553       | 0,000  | 0,813  | 38,759 | -0,798 | -0,008 | 0,046      | 0,442 | 0,726 |
| População 6 | 0,174 | 0,477 | 0,444       | 0,000  | 0,813  | 53,350 | -0,362 | -0,597 | 0,056      | 0,261 | 0,650 |

População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 ( CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120); P<sub>1</sub>= Média genitor 1; P<sub>2</sub>= Média genitor 2; Média (pop) = Média da população segregantes F<sub>6</sub>; V.mím= Valor mínimo; V.máx= Valor máximo; CV (%)= Coeficiente de variação; S= Coeficiente de assimetria, K= Coeficiente de curtose;  $\sigma^2$  = Variância; Q1= 1º quartil; Q3= 3º quartil. Severidade de infecção= dados transformados.

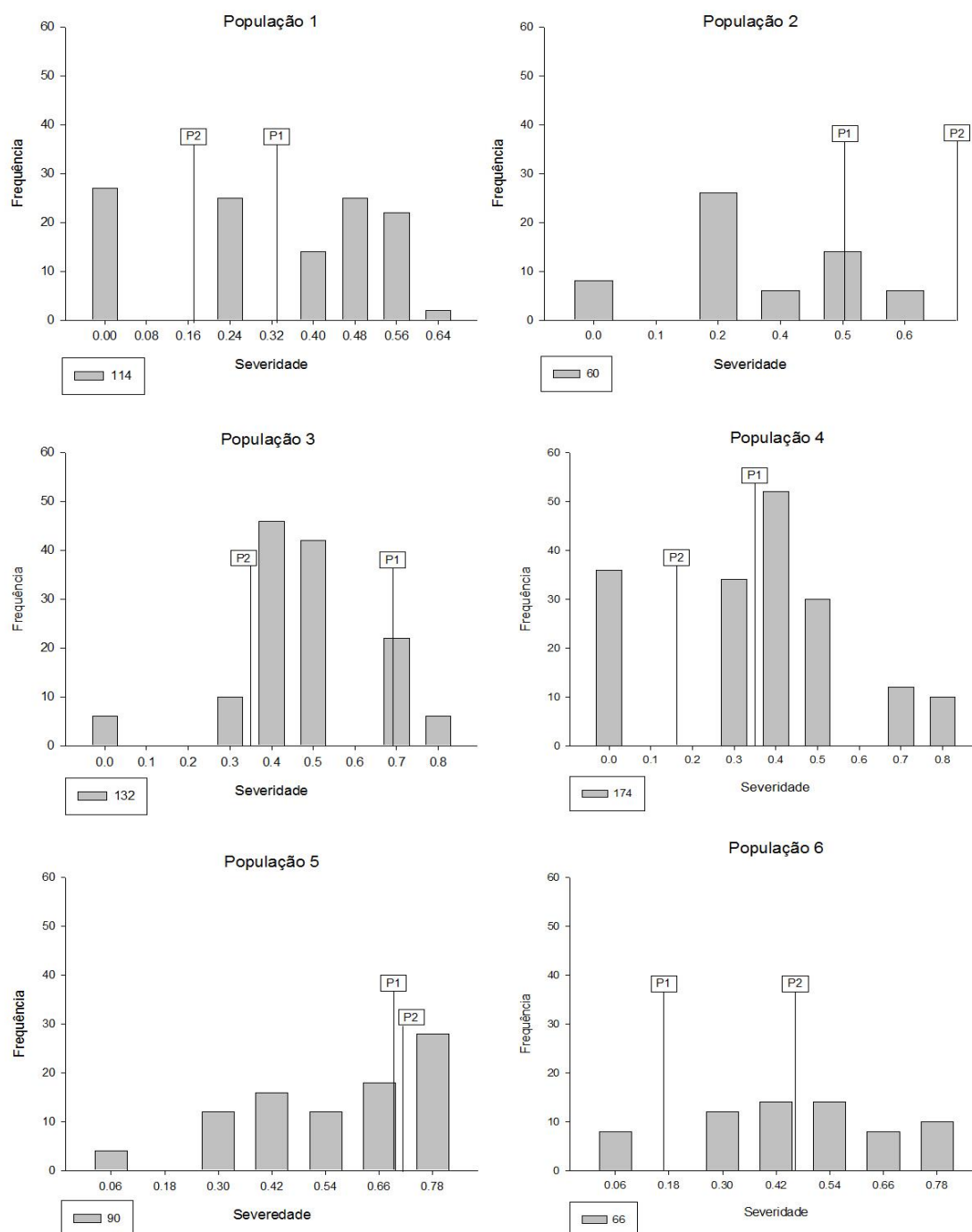


Figura 4. 3 - Distribuição de frequências das famílias  $F_6$  para o caráter severidade de infecção à giberela. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPeI, Pelotas – RS, 2019.

A distribuição de indivíduos em classes é obtida através do coeficiente de assimetria. Todas as populações foram assimétricas negativas, indicando um maior número de famílias à direita da média da população (Figura 4.3). Por outro lado, o grau de concentração das observações no centro e nas caudas está relacionada com o coeficiente de curtose, as populações 2 e 3 apresentaram medida de curtose positiva, adequando-se numa distribuição leptocúrtica, de aparência mais afilada, com uma maior concentração de dados em torno da média. As demais populações foram classificadas como platicúrticas, embora, a população 5 esteja muito próxima de uma distribuição normal (mesocúrtica).

A amplitude da variância foi de 0,026 (população 2) a 0,056 (população 6) para o primeiro quartil (Q1), que corresponde ao valor mínimo ao qual 75% da população é superior. As populações 1, 2, 3, e 4 apresentaram o mesmo valor (0,261), e a população 4 apresentou maior valor de Q1. O terceiro quartil (Q3), que estabelece o valor mínimo no qual 25% da população é superior a este valor. O maior valor foi observado na população 4, e os menores valores nas populações 1 e 2. A maior amplitude de valores entre Q1 e Q3 foi encontrada na população 6.

Na tabela 4.2 são apresentados os resultados da análise descritiva, para o caráter grãos giberelados da espiga de seis populações segregantes em  $F_5$  e  $F_6$ , assim como a média de seus genitores para o caráter, e a distribuição de frequências nas figuras 4.4 (ano de 2015 –  $F_5$ ) e 4.3 (ano 2016 –  $F_6$ ).

Para a média das populações, no ano de 2015, nota-se que, as populações 2, 5 e 6 apresentaram médias inferiores a ambos os genitores, as populações 3 e 4 apresentaram comportamento intermediário, sendo superiores a somente um dos genitores, e a população 1 apresentou média superior a ambos os pais, demonstrando ser a população mais suscetível para este caráter. Para o ano de 2016, as populações 5 e 6, juntamente com a população 1 apresentaram médias inferiores a ambos os genitores, e as populações 2, 3 e 4 apresentaram intermediárias aos genitores. Nenhuma população apresentou médias maiores que ambos os genitores. A menor média foi encontrada na população 2, em contrapartida a maior média foi na população 3.

Quando comparadas as médias das populações nos anos de avaliação, percebeu-se que em 2015 houve uma maior média de todas as populações e também

dos genitores, isto pode ser decorrente a uma maior precipitação e temperatura durante o florescimento neste ano (Figura 4.1), facilitando o estabelecimento, infecção e multiplicação do fungo. Aliado a isto, pode-se notar que em 2015 a fase de florescimento ocorreu durante um maior período de tempo, quando comparado ao ano de 2016 (Figura 4.2). A antese é considerada o estágio fenológico mais suscetível para a infecção pelo fungo (YOSHIDA, 2012), pois as anteras extrusadas são consideradas o local primário de infecção. No entanto, a infecção também pode ocorrer na superfície adaxial das glumas, no lema ou na palea (BROWN et al., 2010; SIOU et al., 2014).

O ano de 2015 foi caracterizado pela ocorrência do fenômeno El Niño (EMBRAPA, CEPTEC, 2018), onde a primavera é mais chuvosa e com temperaturas mais elevadas, sendo o microclima ideal para o desenvolvimento do fungo, uma vez que são necessárias 48h de molhamento consecutivo e temperaturas entre 20°C e 25°C (ALVES et al., 2013; YAN et al., 2011). Os esporos do fungo são disseminados principalmente pelo vento e por respingos do impacto da chuva (REIS, CASA e ZOLDAN, 2008).

Este ano (2015) apresentou condições mais propícias para a ocorrência do fungo e disseminação da doença, no entanto, as populações apresentaram resultados bastante similares, mesmo considerando que as médias obtidas no ano 2016 foram menores. A população 2 foi a menos suscetível nos dois anos de estudo, e a população 3 a mais suscetível. O genitor de maior destaque foi a cultivar Fundacep Cristalino que apresentou menor número de grãos giberelados, enquanto que, a cultivar CD 104 apresentou o maior número de grãos giberelados na espiga. Estes dois foram os genitores da população 3, a mais suscetível, indicando uma dominância do cultivar CD104 sobre a Fundacep Cristalino para este caráter.

Tabela 4. 2 - Resultados da análise de estatística descritiva do caráter grãos giberelados da espiga em seis populações nas gerações F<sub>5</sub> e F<sub>6</sub>, nos anos de 2015 e 2016, e seus genitores para o conteúdo médio desses componentes. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| <b>Ano 2015 – F<sub>5</sub></b> |       |       |             |        |        |         |       |        |            |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------------|--------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| Populações                      | P1    | P2    | Média (pop) | V.mím. | V.máx. | CV(%)   | S     | K      | $\sigma^2$ | Q1    | Q3    |
| População 1                     | 0,306 | 0,368 | 0,375       | 0,000  | 1,000  | 78,999  | 0,897 | -0,340 | 0,087      | 0,143 | 0,547 |
| População 2                     | 0,404 | 0,495 | 0,266       | 0,000  | 1,000  | 87,588  | 1,498 | 2,724  | 0,054      | 0,102 | 0,361 |
| População 3                     | 0,598 | 0,298 | 0,451       | 0,000  | 1,000  | 63,506  | 0,483 | -0,849 | 0,081      | 0,211 | 0,667 |
| População 4                     | 0,298 | 0,368 | 0,340       | 0,000  | 1,000  | 78,281  | 0,824 | -0,104 | 0,071      | 0,133 | 0,500 |
| População 5                     | 0,598 | 0,495 | 0,389       | 0,000  | 1,000  | 73,111  | 0,911 | -0,110 | 0,081      | 0,175 | 0,524 |
| População 6                     | 0,368 | 0,503 | 0,367       | 0,000  | 1,000  | 69,730  | 0,827 | 0,132  | 0,066      | 0,167 | 0,510 |
| <b>Ano 2016 – F<sub>6</sub></b> |       |       |             |        |        |         |       |        |            |       |       |
| População 1                     | 0,140 | 0,194 | 0,133       | 0,000  | 1,000  | 105,821 | 2,892 | 12,597 | 0,019      | 0,048 | 0,172 |
| População 2                     | 0,120 | 0,213 | 0,122       | 0,000  | 1,000  | 96,750  | 3,043 | 15,820 | 0,014      | 0,050 | 0,162 |
| População 3                     | 0,311 | 0,102 | 0,179       | 0,000  | 1,000  | 99,885  | 2,235 | 6,030  | 0,032      | 0,067 | 0,222 |
| População 4                     | 0,102 | 0,194 | 0,137       | 0,000  | 1,000  | 102,532 | 2,568 | 9,728  | 0,020      | 0,049 | 0,180 |
| População 5                     | 0,311 | 0,213 | 0,151       | 0,000  | 1,000  | 104,842 | 2,685 | 9,626  | 0,025      | 0,056 | 0,191 |
| População 6                     | 0,194 | 0,170 | 0,138       | 0,000  | 1,000  | 106,366 | 2,765 | 10,931 | 0,022      | 0,045 | 0,189 |

População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 ( CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120); P<sub>1</sub>= Média genitor 1; P<sub>2</sub>= Média genitor 2; Média (pop) = Média da população segregantes F<sub>6</sub>; V.mím= Valor mínimo; V.máx= Valor máximo; CV (%)= Coeficiente de variação; S= Coeficiente de assimetria, K= Coeficiente de curtose;  $\sigma^2$  = Variância; Q1= 1º quartil; Q3= 3º quartil. Grãos giberelados= proporcional.

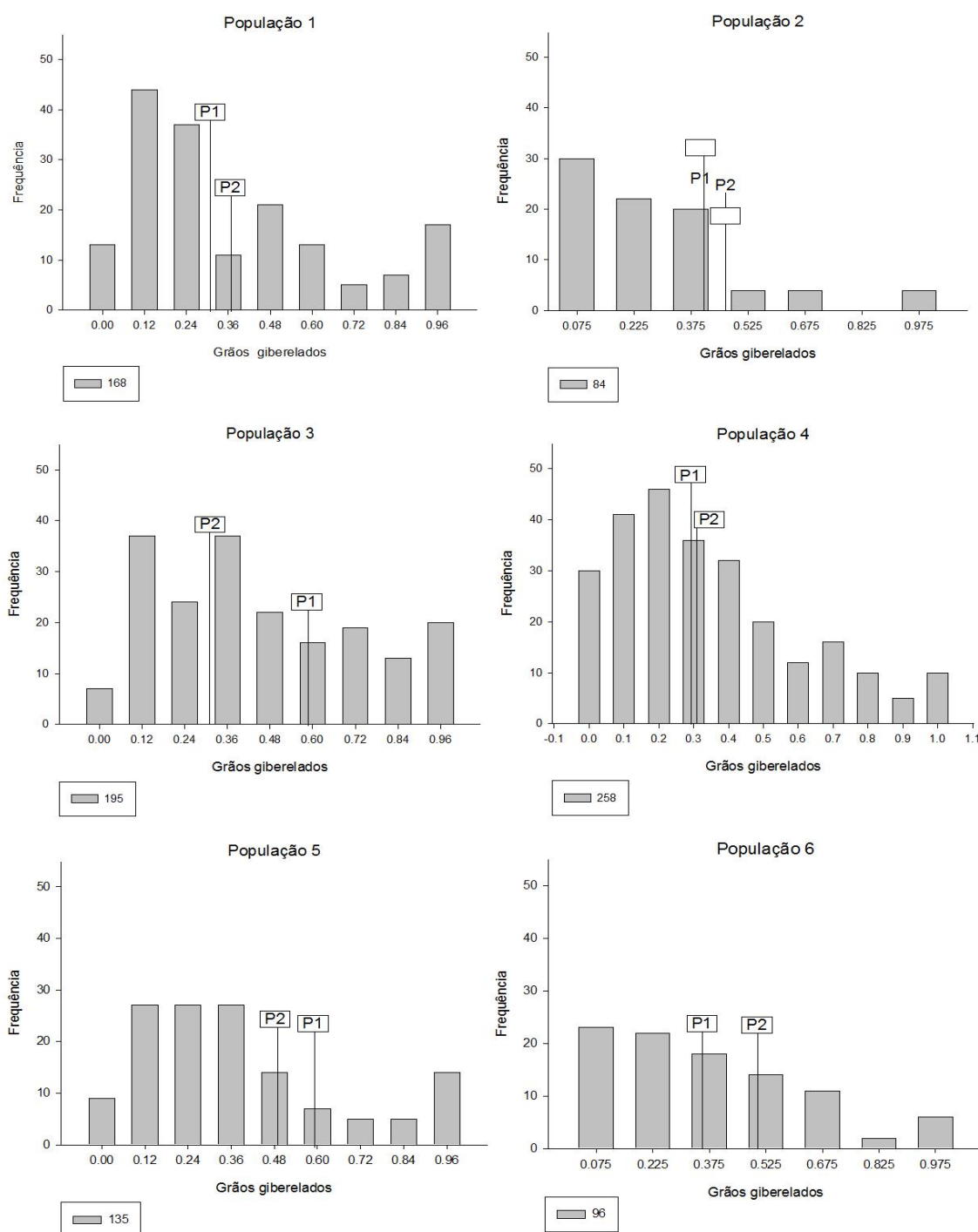


Figura 4. 4 - Distribuição de frequências das famílias  $F_5$  para o caráter grãos giberelados da espiga no ano de 2015. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

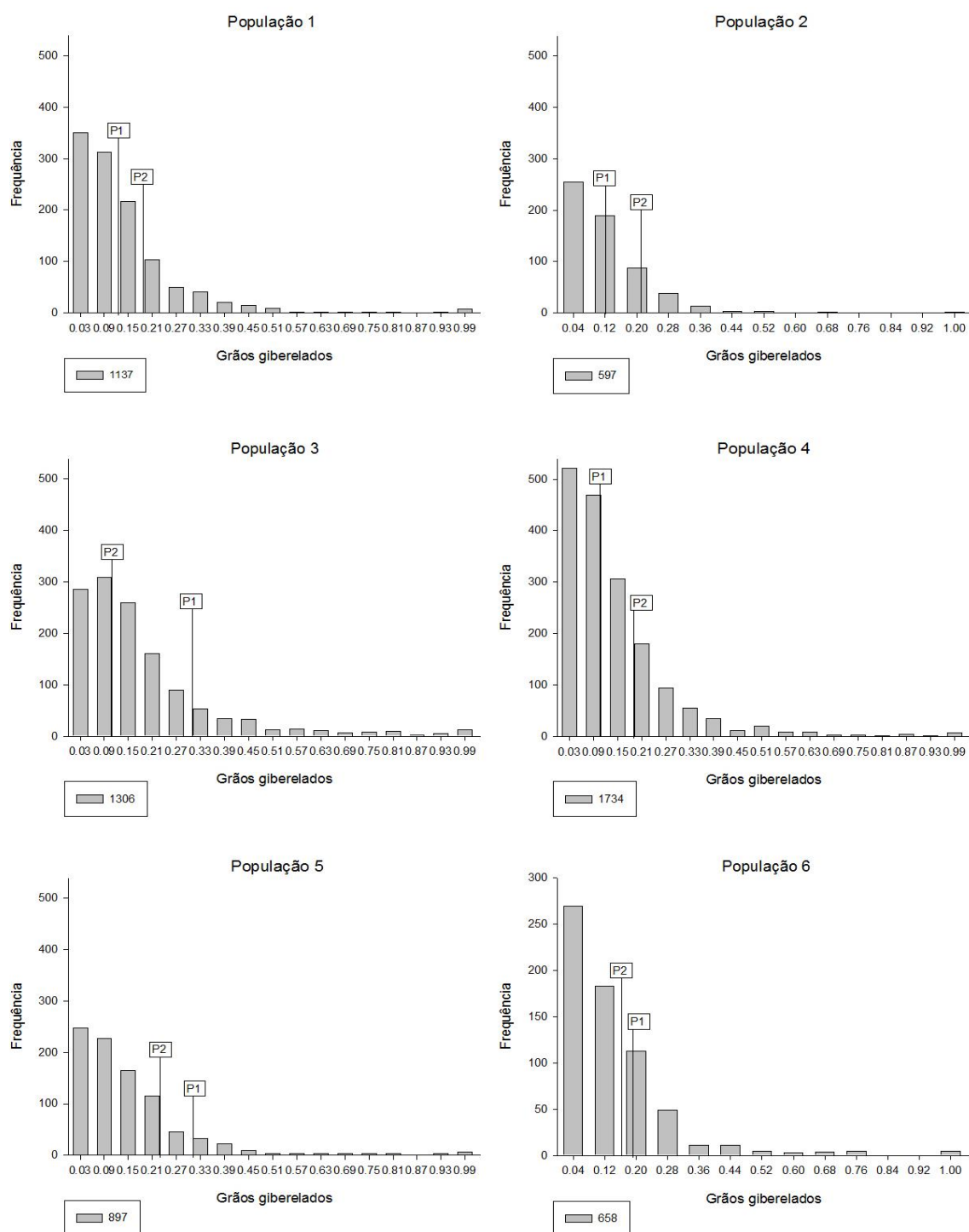


Figura 4. 5 - Distribuição de frequências das famílias  $F_6$  para o caráter grãos giberelados da espiga no ano de 2016. P1: Genitor 1; P2: Genitor 2; População 1 (Abalone x Fundacep Nova Era); População 2 (Ônix x Fundacep Raízes); População 3 (CD 104 x Fundacep Cristalino); População 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era); População 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) e População 6 (Fundacep Nova Era x CD 120). CGF-FAEM/UFPeL, Pelotas – RS, 2019.

O valor mínimo, nos dois anos, foi igual a zero, indicando que ao menos uma família em cada população não foi atacada pelo fungo. O valor máximo foi 1, indicando famílias em que todos os grãos da espiga apresentaram danos causados por giberela. Estes resultados podem ser explicados também pelo momento em que ocorreu a infecção, pois este é muito importante na determinação da ocorrência da doença (COWGER e ARELLANO, 2010). Se a infecção acontecer nas anteras, ocorre a falha no desenvolvimento do grão, enquanto que, infecções levemente posteriores levam a grãos contendo micotoxinas, e infecções mais tardias podem resultar em grãos aparentemente saudáveis, mas que contêm micotoxinas (COWGER et al., 2009; DEL PONTE, FERNANDES e BERGSTRAM, 2007; SIOU et al., 2014), ou virão a desenvolver micotoxinas.

O CV foi muito alto em ambos os anos. No ano de 2016 foram obtidos CVs acima de 100%, isto ocorreu devido o desvio padrão ser maior que a média destas populações, ou seja, a variabilidade dos dados da população em relação à média foi maior que a média da população.

Para ambos os anos todas as populações foram classificadas como assimétricas positivas, indicando um maior número de famílias à esquerda da média da população. O coeficiente de curtose também foi positivo para todas as populações, classificando-as como leptocúrticas, com uma maior concentração de observações ao redor da média. No ano de 2016, observou-se um maior coeficiente de curtose, podendo este ter ocorrido devido a um maior número de observações realizadas em cada família, ou ainda, devido a problemas no processo de avaliação (DE WINTER, GOSLING e POTTER, 2016), uma vez que as espigas usadas nesta avaliação foram colhidas de forma aleatória na linha, não sendo seguido um padrão (Figura 4.5).

A maior variância em 2015, foi observada na população 1, já para o ano de 2016 foi observado na população 3. A população 2 apresentou a menor variância em ambos os anos. O Q1 apresentou uma amplitude de 0,073 no ano de 2015 e para 2016 a amplitude foi menor (0,022). Os maiores valores de Q1 e Q3 foram observados na população 2 e na população 3, para os anos de 2015 e 2016, respectivamente.

Na tabela 4.3 foi apresentada a análise de médias, na qual pode-se observar que, ambos os caracteres avaliados apresentaram significância ( $p < 0,05$ ). Para o caráter grãos giberelados, no ano de 2015 houve a formação de dois grupos, onde a

população 1 e os genitores apresentaram as maiores médias, sendo classificados como mais suscetíveis, diferindo apenas da população 4. Para o ano de 2016 houve a formação de três grupos, sendo o grupo mais suscetível composto pela população 1 e os genitores, e a população 4 novamente apresentou maior resistência, diferindo estatisticamente da população 1, 3 e os genitores (Tabela 4.3).

Para o caráter severidade, ocorreu a formação de três grupos. As populações 2, 4 e 5 apresentaram menor incidência da doença em suas espigas. Em contrapartida, as populações 1 e 3 foram as mais suscetíveis ao ataque do fungo. Os genitores ficaram em um grupo intermediário, juntamente com a população 6 (Tabela 4.3).

Com base na análise de médias (Tabela 4.3), identifica-se que a população 4 foi a de maior destaque. Assim, foi realizada uma nova análise de médias, a fim de identificar as famílias mais promissoras para uso potencial no programa de melhoramento do Centro de Genômica e Fitomelhoramento (Tabela 4.4).

Tabela 4. 3 - Análise de médias para os caracteres grãos giberelados, nos anos de 2015 e 2016, e severidade avaliada apenas no ano de 2016, em seis populações e seus genitores. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Genótipos   | Grãos giberelados |          | Severidade |
|-------------|-------------------|----------|------------|
|             | 2015              | 2016     | 2016       |
| População 1 | 0,451 a           | 0,180 a  | 0,484 ab   |
| Genitores   | 0,424 a           | 0,178 a  | 0,468 b    |
| População 3 | 0,389 ab          | 0,151 b  | 0,553 a    |
| População 2 | 0,375 ab          | 0,133 bc | 0,311 c    |
| População 6 | 0,367 ab          | 0,138 bc | 0,444 b    |
| População 5 | 0,340 ab          | 0,137 bc | 0,358 c    |
| População 4 | 0,266 b           | 0,122 c  | 0,311 c    |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Grãos giberelados= proporcional; Severidade= dados transformados.

Embora a diferença significativa ( $>0,05$ ) tenha sido identificada pela análise de variância, para o caráter grãos giberelados (GG) no ano de 2015, quando foi realizada o teste de médias, todas as famílias ficaram no mesmo grupo. Para o ano de 2016, houve a formação de grupos distintos, de acordo com o nível de incidência da doença nos grãos, dos mais afetados e o menos afetado, sendo eles, grupo I: Famílias 29, 27,

105 e 72; grupo IV: Famílias 107 e 25, não diferindo estatisticamente de outras 24 famílias. As médias das famílias variaram de 0,273 (Família 29) a 0,086 (Família 25).

Tabela 4. 4 - Análise de médias da população 4 para os caracteres grãos giberelados (GG) nos anos de 2015 e 2016, e severidade avaliada apenas no ano de 2016. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Família | GG         |         | Severidade |
|---------|------------|---------|------------|
|         | 2016       | 2015    |            |
| 29      | 0,273 a    | 0,330 a | 0,406 abcd |
| 27      | 0,224 ab   | 0,464 a | 0,587 ab   |
| 105     | 0,203 abc  | 0,460 a | 0,303 abcd |
| 72      | 0,175 abcd | 0,339 a | 0,415 abcd |
| 77      | 0,163 bcd  | 0,340 a | 0,391 abcd |
| 112     | 0,159 bcd  | 0,349 a | 0,623 a    |
| 22      | 0,152 bcd  | 0,358 a | 0,243 abcd |
| 28      | 0,148 bcd  | 0,467 a | 0,268 abcd |
| 50      | 0,146 bcd  | 0,240 a | 0,174 bcd  |
| 73      | 0,144 bcd  | 0,381 a | 0,604 a    |
| 76      | 0,143 bcd  | 0,191 a | 0,633 a    |
| 78      | 0,143 bcd  | 0,406 a | 0,485 abc  |
| 51      | 0,139 bcd  | 0,336 a | 0,174 bcd  |
| 24      | 0,131 bcd  | 0,349 a | 0,303 abcd |
| 111     | 0,129 bcd  | 0,220 a | 0,545 ab   |
| 23      | 0,120 bcd  | 0,258 a | 0,476 abc  |
| 48      | 0,119 cd   | 0,280 a | 0,234 abcd |
| 106     | 0,118 cd   | 0,445 a | 0,087 cd   |
| 26      | 0,115 cd   | 0,370 a | 0,433 abc  |
| 110     | 0,113 cd   | 0,436 a | 0,390 abcd |
| 104     | 0,112 cd   | 0,438 a | 0,000 d    |
| 103     | 0,112 cd   | 0,390 a | 0,269 abcd |
| 49      | 0,107 cd   | 0,179 a | 0,268 abcd |
| 108     | 0,107 cd   | 0,337 a | 0,321 abcd |
| 109     | 0,104 cd   | 0,327 a | 0,425 abc  |
| 74      | 0,104 cd   | 0,260 a | 0,390 abcd |
| 75      | 0,099 cd   | 0,168 a | 0,450 abc  |
| 107     | 0,094 d    | 0,408 a | 0,234 abcd |
| 25      | 0,086 d    | 0,331 a | 0,242 abcd |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pela comparação de médias de Tukey a 5% de significância. Grãos giberelados= proporcional; Severidade= dados transformados.

Para o caráter severidade, nota-se que houve uma família (Família 104) que apresentou valor zero para este caráter, mas não diferiu de outras 18 famílias. No entanto, quando compara-se com o caráter GG, esta família apresentou grãos

giberelados. Apesar de se conhecer o comportamento de um determinado lote de trigo no campo, este não é uniformemente suscetível, devido principalmente a presença dos afilhos (DEL PONTE, FERNANDES e BERGSTRAM, 2007; OSBORNE e STEIN, 2007).

Em adição, se a infecção ocorrer tardiamente no período de pós-antese, os grãos podem apresentar baixo nível de sintomas, e um alto nível de DON (BECARRI et al., 2019; COWGER e ARELLANO, 2013). Da mesma forma, genótipos de floração fechada, como aqueles que exibiram a rápida e completa extrusão das anteras apresentaram menor incidência de GG (KUBO et al., 2013). No entanto, os genótipos que apresentam anteras parcialmente extrusadas, apresentam sintomas mais graves de infecção, assim como um maior número de GG. Este fato ocorre devido às anteras presas entre as glumas fornecerem tecido morto para a colonização do fungo (SKINNES et al., 2010).

#### 4.4 Conclusões

O ano de 2015 foi mais propício ao desenvolvimento da giberela;

A população 5 (CD 104 x Fundacep Raízes) apresenta médias menores que os genitores para os caracteres em estudo;

Um maior número de observações dentro da população altera o coeficiente de curtose;

A população 4 (Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era) é a menos suscetível a infecção por *Gibberella zeae*;

As famílias 25, 104, 106 e 107 são promissoras no programa de melhoramento de trigo no Centro de Genômica e Fitomelhoramento para o caráter resistência a giberela.

#### 4.5 Referências

- ALVES, R. H.; DALLA NORA, T.; FRANCO, F. DE A.; COSTA, A. C. T. DA; STANGARLIN, J. R. Reação de resistência tipo I à Giberela em cultivares de trigo. **Summa Phytopathology**, v. 39, n. 2, p. 97-101, 2013.
- BECCARI, G.; ARELLANO, C.; COVARELLI, L.; TINI, F.; SULTYOK, M.; COWGER, C. Effect of wheat infection timing on *Fusarium* head blight causal agents and secondary metabolites in grain. **International Journal of Food Microbiology**, v. 290, p. 214–225, 2019.

BROWN, N. A.; URBAN, M.; VAN DE MENNE, A. M. L.; HAMMOND-KOSACK, K. E. The infection biology of *Fusarium graminearum*: defining the pathways of spikelet to spikelet colonization in wheat ears. **Fungal Biology**, v. 114, p. 555-571, 2010.

BUTRINOWSKI, R.T. **Novas tecnologias para o controle da giberela do trigo na safra 2014 no sudoeste do Paraná**. 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004. 142p.

CASA, R. T.; BOGO, A.; MOREIRA, É. N.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Época de aplicação e desempenho de fungicidas no controle da giberela em trigo. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1558-1563, 2007.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <http://bancodedados.TPtec.inpe.br/>. Acessado em: 12 de dezembro de 2018.

COWGER, C.; PATTON-ÖZKURT, J.; BROWN-GUEDIRA, G.; PERUGINI, L. Post-anthesis moisture increased *Fusarium* head blight and deoxynivalenol levels in North Carolina winter wheat. **Phytopathology**, v. 99, n. 4, p. 320-327, 2009.

COWGER, C.; ARELLANO, C. Plump kernels with high deoxynivalenol linked to late *Gibberella zeae* infection and marginal disease conditions in winter wheat. **Phytopathology**, v. 100, n. 7, p. 719-728, 2010.

COWGER, C.; ARELLANO, C. *Fusarium graminearum* infection and deoxynivalenol concentrations during development of wheat spikes. **Phytopathology**, v. 103, n. 3, p. 460–471, 2013.

DEUNER, C. C.; VIANA, E.; CAMERA, J. N.; REIS, E. M. Resistência de cultivares de trigo à giberela mediante inoculação artificial em espiguetas. **Summa Phytopathologic**, v. 41, n. 3, p. 202-206, 2015.

DE WINTER, J. C. F.; GOSLING, S. D.; POTTER, J. Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data. **Psychological Methods**, v. 21, n. 3, p. 273-290, 2016.

DEL PONTE, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; BERGSTROM, G. C. Influence of growth stage on *Fusarium* head blight and deoxynivalenol production in wheat. **Journal Phytopathology**, v. 155, n. 10, p. 577-581, 2007.

FIGUEROA, M.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; SOLOMON, P. S. A review of wheat diseases - a field perspective. **Molecular Plant Pathology**, v. 19, n. 6, p. 1523–1536, 2018.

FRANCO, F. DE A.; EVANGELISTA, A. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2018** / XI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Cascavel, PR, Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale. 2018. 258 p.

GERVAIS L.; DEDRYVER, F.; MORLAIS, J.Y.; BODUSSEAU, V.; NEGRE, S.; BILOUS, M.; GROOS, C.; TROTTET, M. Mapping of quantitative trait loci field resistance to Fusarium head blight in a European winter wheat. **Theoretical and Applied Genetics**, v.106, n. 6, p. 961- 970, 2003.

KUBO, K.; FUJITA, M.; KAWADA, N.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, K.; MAEJIMA, H.; USHIYAMA, T.; HATTA, K.; MATSUNAKA, H. Minor differences in anther extrusion affect resistance to Fusarium head blight in wheat. **Journal Phytopathology**, v. 161, n. 5, p. 308–314, 2013.

OSBORNE, L. E.; STEIN, J. M. Epidemiology of Fusarium head blight on small-grain cereals. **International Journal of Food Microbiology**. v. 119, p. 103-108, 2007.

PANISSON, E.; BOLLER, W.; REIS, E. M.; HOFFMANN, L. Técnicas de aplicação de fungicida em trigo para o controle de Giberela (*Gibberella zeae*). **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, pp. 13-20, 2003.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 11 ed., Piracicaba. 1985. 466p.

REIS, E. M.; CASA, R.T.; ZOLDAN, S. M.; GERMANO, B. C. Manejo de Doenças. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p. 203 – 236.

REIS, E. M.; BARUFFI, D.; REMOR, L.; ZANATTA, M. Decomposition of corn and soybean residues under field conditions and their role as inoculum source. **Summa phytopathologic**, v. 37, n. 1, p. 65-67, 2011.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; ZOLDAN, S. M. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças de cereais de inverno no Sul do Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 331p.

REIS, E. M.; CASA, R.T. Doenças do trigo manual de Fitopatologia volume 2 In: **Doenças das plantas cultivadas** 4ª Ed., editora agronomia Ceres Ltda. São Paulo, SP, p. 631- 638, 2005.

REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; CASA, R. T. Controle químico de *Gibberella zeae* em trigo, um problema de deposição de fungicidas em anteras. **Summa Phytopathologic**, v. 22, p. 39-42, 1996.

SANTANA, F. M.; LAU, D.; CARGNIN, A.; SEIXAS, C. D. S.; SCHIPANSKI, C. A.; FEKSA, H. R.; WESP, C.; BLUM, M.; BASSOI, M. C. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela em trigo: resultados dos ensaios cooperativos - safra 2012**. Comunicado técnico nº 336. Passo Fundo – RS, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SAS LEARNING EDITION. SAS Program - **Getting started with the SAS Learning Edition**, North Carolina: Cary, SAS Publishing, 2002.200 p

SIGMAPLOT – **Scientific Graphing Software**. Version 10.0. 2007.

SIOU, D.; GÉLISSE, S.; LAVAL, V.; REPINÇAY, C.; CANALÈS, R.; SUFFERT, F.; LANNOU, C. Effect of wheat spike infection and mycotoxin accumulation. **Plant Pathology**, v. 63, n. 2, p. 390-399, 2014.

SKINNES, H., SEMAGN, K., TARKEGNE, Y., MAROY, A.G., BJORNSTAD, A. The inheritance of anther extrusion in hexaploid wheat and its relationship to Fusarium head blight resistance and deoxynivalenol content. **Plant Breeding**, v. 129, n. 2, p. 149–155, 2010.

STACK, R. W.; MCMULLEN, M. P. A Visual Scale to Estimate Severity of Fusarium Head Blight in Wheat. **Extension Plant Pathologist**. North Dakota State University Fargo, North Dakota Reviewed, 2011.

STEIN, J. M.; OSBORNE, L. E.; BONDALAPATI, D. K.; GLOVER, D. K.; NELSON, C. A. Fusarium Head Blight Severity and Deoxynivalenol Concentration in Wheat in Response to *Gibberella zeae* Inoculum Concentration. **Ecology and Epidemiology**. v. 99, n.6, p.759-764, 2009.

YAN, W.; LI, H.; CAI, S.; MA, H.; REBETZKE, G.; LIU, C. Effects of plant height on type I and type II resistance to *Fusarium* head blight in wheat. **Plant Pathology**. v. 60, n. 3, p. 506-512, 2011.

YOSHIDA, M. Studies on the control of *Fusarium* head blight of barley and wheat and mycotoxin levels in grains based on time of infection and toxin accumulation. **Journal of General Plant Pathology**, v. 78, p. 425-426, 2012.

## **Considerações Finais**

Identificar genótipos superiores no melhoramento genético de plantas é uma tarefa árdua e difícil, uma vez que, a maioria dos caracteres de importância agrônômica apresentam herança quantitativa, ou seja, são controlados por um grande número de genes, podendo apresentar baixa herdabilidade e altamente influenciados pelo ambiente, o que dificulta o trabalho dos melhoristas. Neste sentido, este trabalho utilizou seis populações segregantes para ampliar o conhecimento acerca de adaptabilidade e estabilidade, componentes de variância e parâmetros genéticos, ganho por seleção, caracterização quanto à qualidade industrial, associações entre diferentes testes e resistência à giberela.

Estudos de associações entre caracteres são importantes, pois podem auxiliar na verificação da força, da intensidade ou do grau de relação linear entre dois caracteres aleatórios, e dependendo desta associação pode-se realizar a seleção indireta, utilizando um caráter de fácil avaliação e altamente correlacionado com o caráter de interesse.

As populações apresentam variabilidade genética para os caracteres avaliados, destacando famílias que podem vir a ser selecionados e lançados como cultivares pelo Centro de Genômica e Fitomelhoramento.

A população 4 é a mais promissora neste estudo, pois apresenta as famílias 51, 73, 76 e 103 que tem boa estabilidade de massa de grãos da espiga em ambientes de condições desfavoráveis, as famílias 26, 49, 50, 72, 75, 104 e 106 foram selecionadas para aumento dos caracteres comprimento de espiga, massa de espiga, número de grãos da espiga e massa de grãos da espiga, as famílias 28, 49, 72 e 76 para teor de proteína e caracteres relacionados a qualidade industrial e as famílias 25, 104, 106 e 107 para resistência à giberela.

## Referências (Introdução Geral)

BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Parental selection strategies in plant breeding programs. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 10, p. 211-222, 2007.

BERTI, C. L. F. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP**. 2010, 70f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira -SP UNESP, Ilha Solteira-SP.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 7ª edição, editora UFV, 2017. 543p.

BRAMMER, S. P.; MARTINELLI, P.; MORAIS-FERNANDES, M. I. B. de; PRESTES, A. M.; ANGRA, D. C. **A potencialidade de *Agropyron*, espécie afim ao trigo cultivado, como fonte de introgressão de genes agronomicamente importantes**. Embrapa Trigo. Documento online. 2001. Acesso disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do08.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do08.htm). Acessado em 15 de fevereiro de 2019. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de safra**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acessado em: 15 de fevereiro de 2019.

CONDÉ, A. B. T., COELHO, M. A. O., YAMANAKA, C. H. AND CORTE, H. R. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo sob cultivo de sequeiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 40, p. 45-52, 2010.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

DUBCOVSKY, J.; DVORAK, J. Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. **American Association for the Advancement of Science**, v. 316, n. 5833, p. 1862-1866, 2007.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A.; LOVISI FILHO, E.; MORI, C. DE; CUNHA, G. R. DA; DOSSA, A. A.; FERNANDES, J. M. C.; SILVA, M. S. **Potencial de produção de trigo no Brasil a partir de diferentes cenários de expansão da área de cultivo**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Trigo, n. 85; v. 5, 2016.

FAOSTAT- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crop Production**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em: 15 de fevereiro de 2019.

FIGUEROA, M.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; SOLOMON, P. S. A review of wheat diseases - a field perspective. **Molecular Plant Pathology**, n. 19, v. 6, p. 1523 –1536, 2018.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2ª edição. Passo Fundo: Embrapa-CNPT (Embrapa-CNPT. Documentos, 27), 1996. 36p.

GUZMÁN, C.; POSADAS-ROMANO, G.; HERNANDEZ-ESPINOSA, N.; MORALES-DORANTES, A.; PEÑA, R. J. A new standard water absorption criteria based on solvent retention capacity (SRC) to determine dough mixing properties, viscoelasticity, and bread-making quality. **Journal Cereal Science**. n. 66, p. 59 - 65. 2015.

KRÜGER, C. A. M. B.; SILVA, J. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; DALMAGO, G. A.; GAVIRAGHI, J. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1625-1632, 2011.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v. 03, n. 04, p. 241-245, 2015.

LING, H. Q.; ZHAO, S.; LIU, D.; WANG, J.; SUN, H.; ZHANG, C.; FAN, H.; LI, D.; DONG, L.; TAO, Y.; GAO, C.; WU, H.; LI, Y.; CUI, Y.; GUO, X.; ZHENG, S.; WANG, B.; YU, K.; LIANG, Q.; YANG, W.; LOU, X.; CHEN, J.; FENG, M.; JIAN, J.; ZHANG, X.; LUO, G.; JIANG, Y.; LIU, J.; WANG, Z.; SHA, Y.; ZHANG, B.; WU, H.; TANG, D.; SHEN, Q.; XUE, P.; ZOU, S.; WANG, X.; LIU, X.; WANG, F.; YANG, Y.; AN, X.; DONG, Z.; ZHANG, K.; ZHANG, X.; LUO, M. C.; DVORAK, J.; TONG, Y.; WANG, J.; YANG, H.; LI, Z.; WANG, D.; ZHANG, A.; WANG, J. Draft genome of the wheat A-genome progenitor *Triticum urartu*. **Nature**, v. 496, p. 87-90, 2013.

MATSUOKA, Y. Evolution of polyploidy *Triticum* wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. **Plant & Cell Physiology**, v. 52, n. 5, p. 750-764, 2011.

MORI, C. de. Aspectos econômicos da produção e utilização. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. Trigo do plantio a colheita. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 260p. PIANA, C. F. B; CARVALHO, F. I. F. Trigo - A cultura que deu suporte à civilização. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Pelotas, 2008. 821p.

PUNIA, S.; SANDHU, K. S.; SIROHA, A. K. Difference in protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect on functional, pasting, color and antioxidant properties. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.12.005>.

RASUL, G.; HUMPHREYS, G. D.; WU, J.; BRÛLÉ-BABEL, A.; FOFANA, B.; GLOVER, K. D. Evaluation of preharvest sprouting traits in a collection of spring wheat germplasm using genotype and genotype environment interaction model. **Plant Breeding**, v. 131, n. 2, p. 244-251, 2012.

## Apêndice Geral

Tabela 1- Genealogia dos 113 genótipos avaliados. CGF-FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 2019.

| Genótipos | Descrição           | Genealogia                              | População |
|-----------|---------------------|-----------------------------------------|-----------|
| 1         | Fundacep Cristalino | Genitor                                 |           |
| 2         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 3         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 4         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 5         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 6         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 7         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 8         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 9         | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 10        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 11        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 12        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 13        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 14        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 15        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 16        | M x P               | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5         |
| 17        | M x P               | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5         |
| 18        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 19        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 20        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 21        | Fundacep Nova Era   | Genitor                                 |           |
| 22        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 23        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 24        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 25        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 26        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 27        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 28        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 29        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |
| 30        | B x B               | Fundacep Nova Era x CD 120              | 6         |
| 31        | B x B               | Fundacep Nova Era x CD 121              | 6         |
| 32        | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 33        | M x M               | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3         |
| 34        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 35        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 36        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 37        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 38        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 39        | P x B               | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1         |
| 40        | Abalone             | Genitor                                 |           |
| 41        | M x P               | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5         |
| 42        | M x P               | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5         |
| 43        | M x P               | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5         |
| 44        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 45        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 46        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 47        | P x P               | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2         |
| 48        | M x B               | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4         |

|     |                 |                                         |   |
|-----|-----------------|-----------------------------------------|---|
| 49  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 50  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 51  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 52  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 120              | 6 |
| 53  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 121              | 6 |
| 54  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 55  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 56  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 57  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 58  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 59  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 120              | 6 |
| 60  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 121              | 6 |
| 61  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 122              | 6 |
| 62  | Fundacep Raízes | Genitor                                 |   |
| 63  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 64  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 65  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 66  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 67  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 68  | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 69  | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 70  | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 71  | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 72  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 73  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 74  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 75  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 76  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 77  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 78  | M x B           | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 79  | CD 104          | Genitor                                 |   |
| 80  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 81  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 82  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 83  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 84  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 85  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 86  | M x M           | CD 104 x Fundacep Cristalino            | 3 |
| 87  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 120              | 6 |
| 88  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 121              | 6 |
| 89  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 122              | 6 |
| 90  | B x B           | Fundacep Nova Era x CD 123              | 6 |
| 91  | P x P           | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2 |
| 92  | P x P           | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2 |
| 93  | P x P           | Ônix x Fundacep Raízes                  | 2 |
| 94  | Ônix            | Genitor                                 |   |
| 95  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 96  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 97  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 98  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 99  | M x P           | CD 104 x Fundacep Raízes                | 5 |
| 100 | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 101 | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |
| 102 | P x B           | Abalone x Fundacep Nova Era             | 1 |

|     |        |                                         |   |
|-----|--------|-----------------------------------------|---|
| 103 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 104 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 105 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 106 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 107 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 108 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 109 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 110 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 111 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 112 | M x B  | Fundacep Cristalino x Fundacep Nova Era | 4 |
| 113 | CD 120 | Genitor                                 |   |

M: Trigo Melhorador; P: Trigo Pão; B: Trigo Brando.

## **Vita**

Liamara Bahr Thurow nasceu em 26 de setembro de 1990, filha de Neldo Buss Thurow e Ilma Bahr Thurow, natural de Canguçu, Rio Grande do Sul. Coursou ensino fundamental e médio em escola pública. Em março de 2008 ingressou na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel), e em agosto do mesmo ano iniciou estágio no Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF), permanecendo até maio de 2009. Realizou trabalhos com aveia e arroz. Em junho de 2009 tornou-se bolsista da Embrapa permanecendo até maio de 2011, sob orientação do Dr. Arione da Silva Pereira. Desenvolveu trabalhos com melhoramento genético de batata. Em agosto de 2011, tornou-se bolsista do CNPq no laboratório de Metabolismo Vegetal até julho de 2012. Realizou trabalhos com eucalipto, pinhão manso, canola e tomate. Em agosto de 2012 iniciou o estágio curricular obrigatório do curso de Agronomia na Empresa de melhoramento genético de milho e produção de sementes KSP Sementes e Pesquisas Ltda, localizada em Pato Branco no Paraná, com término das atividades em novembro de 2012. Obteve o título de Engenheira Agrônoma em março de 2013, em fevereiro do mesmo ano foi selecionada em primeiro lugar para ingressar no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitomelhoramento. Obteve título de mestre em agronomia em março de 2015. No mesmo ano, começou no doutorado no curso de Pós-Graduação em Agronomia, neste período foi atuante na condução do campo experimental do CGF, auxiliando os alunos de graduação, atuando nas atividades do programa de melhoramento de aveia e trigo do centro de pesquisa. Durante sua trajetória acadêmico-científica, publicou na qualidade de autor e co-autor 55 resumos e 2 artigos científicos em periódicos na área de melhoramento genético de plantas.