

Componentes da produtividade de grãos em linhagens de trigo

Components of grain yield in wheat lines

Cleiton Antônio Busatto¹
Volmir Sergio Marchioro¹
Luís Antônio Klein¹
Jose Luiz Balansin Finatto¹
Lucas Revers Allebrante¹
Ricardo Reffatti Bastiani¹
Ricardo Piovesan Ferrari¹
Nitiele Silva De Azeredo¹
Maiara Lucatelli da Rosa¹

RESUMO

Sendo o trigo um dos cereais mais produzidos a nível mundial, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de linhagens de trigo para produtividade de grãos e seus componentes. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2020, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen/RS. Foram avaliados 13 tratamentos, sendo 10 linhagens de trigo UFSMFW 1-01, UFSMFW 1-02, UFSMFW 1-03, UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-05, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07, UFSMFW 1-08, UFSMFW 1-09 e UFSMFW 1-10 e três cultivares testemunhas Quartzo, Tbio Toruk e ORS 1403. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi composta de 6 linhas de 4 metros de comprimento e espaçadas em 0,17 m, com densidade de sementes de 330 sementes aptas por m². A adubação de base e de cobertura, assim como o controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizadas conforme as indicações técnicas para a cultura. Foram obtidas as características, tamanho da espiga, número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga, altura de planta, número de espigas por metro quadrado, peso do hectolitro, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de agrupamento de médias e determinadas as correlações simples entre as características. As linhagens UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07 e UFSMFW 1-08 apresentaram os melhores desempenhos em produtividade de grãos, não diferindo da cultivar testemunha ORS 1403. O tamanho da espiga, número de grãos por espiga, número de espigas por metro quadrado, número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga e massa de mil grãos apresentaram correlação forte ou muito forte com a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Melhoramento de plantas. Correlação.

ABSTRACT

As wheat is one of the most produced cereals worldwide, the objective of this work was to evaluate the performance of wheat lines for grain yield and its components. The experiment was conducted in the 2020 agricultural year, in the experimental area of the Federal University of Santa Maria Campus Frederico Westphalen/RS. Thirteen treatments were evaluated, with 10 wheat lines UFSMFW 1-01, UFSMFW 1-02, UFSMFW 1-03, UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-05, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07,

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

UFSMFW 1-08, UFSMFW 1-09 and UFSMFW 1-10 and three control cultivars Quartzo, Tbio Toruk and ORS 1403. The design used was randomized blocks, with three replications. Each experimental unit consisted of 6 rows of 4 meters in length and spaced at 0.17 m, with a seed density of 330 suitable seeds per m². The base and cover fertilization, as well as the control of pests, diseases and weeds were carried out according to the technical indications for the crop. The characteristics were obtained, ear size, number of spikelets per ear, ear mass, mass of grains per ear, number of grains per ear, plant height, number of ears per square meter, hectoliter weight, thousand grain weight and grain productivity. The data were submitted to analysis of variance, mean grouping test and simple correlations between characteristics were determined. The strains UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07 and UFSMFW 1-08 showed the best performances in grain yield, not differing from the control cultivar ORS 1403. Ear size, number of grains per ear, number of ears per square meter, number of spikelets per ear, weight of the ear, weight of grains per ear and weight of a thousand grains showed a strong or very strong correlation with grain yield.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Plant breeding. Correlation.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais produzidos a nível mundial, e apresenta grande importância para a sustentabilidade de pequenos, médios e grandes produtores. A produção de trigo é muito importante para a população do país, pois se trata de matéria-prima utilizada em diversos setores, principalmente para a alimentação humana, na forma de biscoitos, massas alimentícias, pães e quando não atinge a qualidade necessária para a alimentação humana é destinada para a alimentação animal (Mai, 2014).

A crescente demanda por trigo torna necessária a busca por técnicas que proporcionem aumento em quantidade e qualidade na produção ao mesmo tempo em que alcancem a eficiência econômica do cultivo. Desta forma ganham destaque o uso de cultivares modernas associado à adoção de eficientes técnicas de manejo (Stefen *et al.*, 2014).

O cultivo eficiente seja de uma espécie ou de uma cultivar específica, em uma região agroclimática, depende de sua adaptabilidade e da estabilidade da produtividade de grãos (Fayeun; Alake; Akinlolu, 2018). Dentre os principais sistemas de cultivo praticados no Sul do Brasil, uma das melhores opções é a semeadura da cultura do trigo durante o inverno, por ser alternativa na sucessão com soja em sistema de semeadura direta e para reduzir os níveis de infestação de plantas daninhas, para a cultura subsequente, uma vez que, promove a cobertura do solo durante o período (Oliveira Neto *et al.*, 2013).

O potencial produtivo da cultura também é muito relevante e é definido como a máxima capacidade de produção de uma planta ou comunidade de plantas, em função da limitação imposta pelo ambiente no qual ela se encontra (Evans; Fischer, 1999), podendo passar por situações que alterem a relação fonte e dreno na planta, como alteração nos regimes hídricos da cultura (Okuyama; Federizzi; Barbosa Neto, 2004) e redução da área foliar (Gondim *et al.*, 2008).

A produtividade de grãos em trigo é determinada por vários componentes, entre eles o número de espigas por planta, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas e peso médio dos grãos, os quais podem sofrer alterações devido a variações ambientais (Cruz *et al.*, 2003). Portanto, o presente

trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de linhagens de trigo para produtividade de grãos e seus componentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais cereais de inverno cultivados na região Sul do Brasil. O cereal é empregado na alimentação humana, na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas, para papéis) na indústria de fármacos e cosméticos, bem como na alimentação animal, na forma de forragem, de grão ou na composição de ração (Mori; Ignaczak, 2011).

2.1. Botânica e morfologia do trigo

Segundo Borém e Scheeren (2015), o trigo é uma planta de ciclo anual, variando de 90 a 180 dias, dependendo do ambiente em que se encontra e do genótipo, apresentando uma melhor adaptação em temperaturas mais frias ou amenas, por isso, tem seu cultivo favorecido em zonas de clima temperado. As plantas de trigo possuem, de 5 a 6 folhas finais, correspondendo ao número de nós, no entanto, podem ocorrer variações de 3 a 8 folhas.

De acordo com estudos, as inflorescências são denominadas de espigas, sendo formadas por um conjunto de espiguetas aderidas individualmente ao nó da ráquis. Além disso, o trigo possui grande capacidade de modificar a magnitude de espiguetas por espiga, através do manejo populacional, nutricional, e características genéticas da cultivar (Teixeira Filho *et al.*, 2008). O enchimento dos grãos de trigo começa nas espiguetas centrais e prospera para as espiguetas basais e distais da inflorescência (Silva *et al.*, 2005). O trigo é uma planta autógama, possui flores hermafroditas, ocorrendo a cleistogamia, que é a polinização e fecundação do estigma antes da abertura das flores (Allard, 1971).

As plantas de trigo possuem hábito de crescimento cespitoso, com altura variando de 0,30 a 1,50 m. Sistema radicular fasciculado podendo atingir de 0,30 a 0,40 m, com caule determinado de colmo e composto por nós, responsáveis pela inserção da folha e entrenós, responsáveis pela elongação do colmo. Folha com lâmina foliar linear e nervuras paralelinérveas, possui a bainha, que se caracteriza como sendo uma estrutura alongada e aderida ao colmo. A folha também possui a lígula, membranosa e esbranquiçada e possui a aurícula (Fontaneli; Santos; Fontaneli, 2012).

No Brasil o trigo é cultivado em diferentes zonas agrícolas, dessa forma é necessário conhecer as diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo, pois estas influenciam diretamente na produtividade de grãos e na qualidade de panificação, sendo que cada área agrícola necessita de manejo cultural diferente e utilização de cultivares adaptadas a aquelas condições, buscando assim garantir a produtividade de grãos e a qualidade destes (Franceschi *et al.*, 2009).

2.2. Importância e usos do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais cereais de inverno cultivados na região Sul do Brasil. O cereal é empregado na alimentação humana, na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas, para papéis) na indústria de fármacos e cosméticos, bem como na alimentação animal, na forma de forragem, de grão ou na composição de ração (Mori; Ignaczak, 2011), além disso, segundo Camargo, Ferreira-Filho e Salomon (2004), o trigo também possui importante papel no aspecto econômico, pois a sua farinha é largamente utilizada na indústria alimentícia.

Se analisarmos a cultura do trigo, ela traz benefícios que vão além do próprio cultivo, pois é possível obter benefícios diretos e indiretos, como, redução do banco de sementes de plantas daninha, fertilidade do solo e estrutura de solo serão beneficiados e o aumento de produtividade para a próxima cultura (Randons, 2016).

Segundo Bevilacqua (2019), o trigo é considerado uma das culturas de inverno mais importante na produção agrícola sustentável, com isso acaba sendo uma alternativa aos agricultores na sucessão e/ou rotação em sistemas de produção, onde tal atividade acaba contribuindo na diminuição de incidências de pragas, doenças e plantas daninhas.

Nas últimas décadas, a escassez de trigo serviu de estímulo aos avanços no aprimoramento genético das variedades de trigo (Silveira *et al.*, 2019). Além de materiais genéticos superiores, é importante considerar condições de cultivo, como Franceschi *et al.* (2009) enfatizam, é fundamental conhecer as diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo, pois estas podem influenciar diretamente o rendimento de grãos.

2.3. Melhoramento para a cultura do trigo

O melhoramento de trigo no Brasil começou de fato em 1919, quando o atual Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento criou as estações experimentais em Alfredo Chaves (hoje Veranópolis/RS) e em Ponta Grossa/PR. A partir de então, começaram a ser disponibilizadas as primeiras cultivares de trigo obtidas por meio de seleção em germoplasma introduzido nas áreas coloniais (Sousa, 1998).

Desde a década de 70 a Embrapa desenvolve germoplasma, com a criação de linhagens tolerantes ou resistentes aos principais estresses bióticos e abióticos para as diferentes regiões tritícolas. Em 2011 contava com mais de 15.000 acessos de trigo em seu Banco Ativo de Germoplasma (BAG), que tem importância imensurável para os programas de melhoramento (Cargnin *et al.*, 2011), atualmente esse número deve ser maior.

Os avanços tecnológicos obtidos nas últimas décadas pelo melhoramento genético de trigo no Brasil possibilitaram o desenvolvimento de cultivares com diferentes qualidades tecnológicas. Tais cultivares precisam ser aproveitadas de forma a maximizar a produtividade e a qualidade nas diferentes regiões de cultivo, em resposta aos fatores meteorológicos e de manejo. (Franceschi *et al.*, 2009)

Para se ter maior eficácia nos programas de melhoramento, deve-se fazer a escolha do método apropriado de condução das populações segregantes (Pimentel *et al.*, 2013). Entre os métodos de seleção e condução de plantas no melhoramento genético do trigo, observa-se a maior utilização do método de seleção massal e genealógico (*pedigree*) e em menor frequência o método *Single Seed Descent* (SSD). O método massal, consiste em selecionar as melhores plantas dentro de uma população, trilhar todas as espigas das plantas selecionadas juntas, das quais uma amostra significativa de sementes é semeada em uma parcela para compor a próxima geração. Por outro lado o método genealógico consiste na seleção de plantas, as espigas de cada planta selecionada são trilhadas juntas e as sementes de cada planta semeadas na próxima geração em uma parcela com plantas individuais.

O método SSD é menos utilizado para trigo, mas permite que os erros de seleção atribuídos à ação gênica e a efeitos de ambiente são drasticamente reduzidos neste procedimento (Khalifa; Qualset, 1975). O método consiste no avanço de uma geração para outra, mediante colheita de uma semente por planta até atingir homozigose, sem redução da variabilidade genética da população, só no final a seleção é empregada (Brim, 1966).

2.4. Componentes da produtividade e suas correlações

A eficiência produtiva do trigo é estabelecida prioritariamente em função da cultivar empregada, do ambiente, da adubação e das demais técnicas de manejo (Mazzoncini *et al.*, 2015). Para Silva *et al.* (2012), existe grande variação nos componentes de rendimento e na produtividade do cereal em função destes fatores, sendo importante identificar o genótipo que melhor se enquadra nas características de cada região, para então ser cultivado no local.

Correlações entre a produtividade de grãos e seus componentes têm sido objeto de pesquisas com diversas culturas. Em cereais com população de plantas constante, a produtividade de grãos pode ser obtida pelo produto de três componentes principais: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão. Esses componentes, até certo limite, variam de forma independente (Gondim *et al.*, 2008).

O acréscimo na produtividade de grãos de uma determinada cultura está associada a diversos fatores, desde a utilização de cultivares adaptadas, solo fértil, manejo de pragas e doenças. Em trigo um dos fatores primordiais para os ganhos em produtividade, está no manejo adequado da adubação nitrogenada, devido a este elemento ser absorvido em grandes quantidades pela cultura, podendo assim garantir, melhores respostas em termos de produtividade de grãos (Mumbach *et al.*, 2017).

Estudos sobre as correlações entre caracs mensuráveis em uma população permitem inferências sobre sua interdependência, isto é, se tendem ou não a permanecer associados nas progênies durante os sucessivos ciclos de seleção (Johnson *et al.*, 1966; Fonseca; Patterson, 1968)

Benin *et al.* (2005), relaciona a semelhança dos conceitos de correlação com os de herdabilidade, e assegura que as interpretações da correlação devem ser restritas à constituição genética avaliada assim como ao ambiente sob estudo.

Existem diversos métodos para a obtenção de estimativas de correlação em plantas autógamas, desenvolvidos em função do delineamento experimental, das características próprias de diferentes populações e do ambiente de cultivo (Carvalho *et al.*, 2004).

Ainda de acordo com Kurek *et al.* (2002), dentre os diversos métodos existentes, aqueles utilizados em gerações segregantes destacam-se por separar o componente genético e o de ambiente por meio da avaliação dos genitores e de suas respectivas populações.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2020, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen/RS, localizada nas coordenadas 27°23'50" S, 53°25'34" W, e com uma altitude de aproximadamente 480 metros. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS *et al.*, 2006). O clima é classificado como subtropical úmido (Cfa) de acordo com Köppen, com precipitação média anual elevada, em torno de 1.800 e 2.100 mm bem distribuídos ao longo do ano (Alvares *et al.*, 2013).

Foram avaliados 13 tratamentos, sendo 10 linhagens de trigo desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas (GPMP): UFSMFW 1-01, UFSMFW 1-02, UFSMFW 1-03, UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-05, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07, UFSMFW 1-08, UFSMFW 1-09 e UFSMFW 1-10 e três cultivares testemunhas: Quartzo, Tbio Toruk e ORS 1403. Ao longo do desenvolvimento das linhagens estas foram conduzidas pelo método de seleção *Single Seed Descent* (SSD), com a seleção dos melhores indivíduos somente na geração F7.

O delineamento utilizado na condução dos experimentos foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi composta de 6 linhas de 4 metros de comprimento e espaçadas em 0,17 m. Os experimentos foram implantados por meio do sistema de semeadura direta no 24/05/2021, com densidade de sementes de 330 sementes aptas por m².

A adubação de base foi realizada com N-P₂O₅-K₂O da formulação 09-25-15, seguindo análise de solo e a adubação nitrogenada foi complementada em cobertura, parcelada 50% no estágio fisiológico de duplo-anel e 50% em espigeta terminal, conforme recomendação para a cultura. O manejo fitossanitário para controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva (RCBPP, 2018).

Por ocasião da colheita, foram coletadas ao acaso 10 espigas do afilho principal de plantas dos 3 metros das 4 linhas centrais de cada unidade experimental e a partir destas espigas foram obtidas as características, tamanho da espiga (TDE, cm), número de espiguetas por espiga (NEE), massa da espiga (MDE, g), massa de grãos por espiga (MGE, g) e número de grãos por espiga (NGE). Antes da colheita foram obtidas as características, altura de planta (ALP, cm) e número de espigas por metro quadrado (NEM), e na sequência efetuada a colheita dos 3 metros das 4 linhas centrais de cada unidade experimental e obtidas as características peso do hectolitro (PH, kg hl⁻¹), massa de mil grãos (MMG, g) e produtividade de grãos (PDG, kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$), através do modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, sendo μ a média geral do ensaio, g_i o efeito do genótipo i , b_j o efeito do bloco j , ε_{ij} o erro aleatório. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974), assumindo 5% de probabilidade de erro. Em segui foram obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliados.

Os procedimentos de análise dos dados para as características de interesse, foram realizados com o auxílio do programa estatístico Genes (Cruz, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância (Tabela 1) revelou a existência de diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) entre os tratamentos avaliados para todas as características estudados. A confiabilidade nos dados obtidos e verificada pelos baixos coeficientes de variação obtidos para as diferentes características, variando de 1,72% a 11,57%. Pimentel Gomes (2000), classifica os coeficientes de variação como baixos (<10%), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto (>30%). Para Campos (1984) para ensaios agrícolas o ideal que os coeficientes de variação fiquem entre 10 e 20%.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as características tamanho da espiga (TDE), número de espiguetas por espiga (NEE), massa da espiga (MDE), massa de grãos por espiga (MGE), número de grãos por espiga (NGE), altura de planta (ALP), número de espigas por metro quadrado (NEM), peso do hectolitro (PH), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

Características	Quadrado médio			Probabilidade (%)	Coeficiente de variação (%)
	Blocos	Tratamentos	Resíduo		
TDE	0,0325	0,1653*	0,0351	0,0351	2,31
NEE	0,2402	5,6901*	1,6405	0,4595	11,57
MDE	0,0162	0,1219*	0,0245	0,0412	9,04
MGE	0,0238	0,1008*	0,0147	0,0034	9,16
NGE	2,0433	36,2342*	7,9811	0,0796	7,48
ALP	0,7600	83,3091*	19,6206	0,1261	5,13
NEM	286,9487	5948,2692*	1023,7821	0,0132	4,97
PH	2,2633	5,2790*	1,8175	1,2626	1,72
MMG	16,1018	10,8169*	3,9612	1,7456	5,83
PDG	49398,0172	254223,5597*	67786,9322	0,2837	7,70
GL	2	12	24	GL total = 38	

GL: graus de liberdade; *Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Fonte: elaborada pelos autores.

Analisando a Tabela 2, no teste de agrupamento de medias de Scott-Knott verificamos que os tratamentos UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07 e UFSMFW 1-08 apresentaram as melhores médias para as características tamanho da espiga, número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga e número de grãos por espiga e não diferiram estatisticamente entre si, permanecendo no grupo superior, sendo superiores frente a todas as testemunhas, exceto para o número de espiguetas por espiga na testemunha ORS 1403. Outras linhagens também apresentaram desempenho superior para alguns componentes importantes da produtividade de grãos, como a UFSMFW 1-01, UFSMFW 1-03, UFSMFW 1-04 e

UFSMFW 1-05 para número de espiguetas por espiga e UFSMFW 1-01 e UFSMFW 1-03 para número de grãos por espiga.

Na Tabela 3 também se destacam as linhagens UFSMFW 1-06 e UFSMFW 1-07 para número de espigas por metro quadrado, peso do hectolitro e massa de mil grãos; UFSMFW 1-08 para espigas por metro quadrado e massa de mil grãos; UFSMFW 1-04 para peso do hectolitro e massa de mil grãos, mas não diferem da testemunha ORS 1403 para massa de mil grãos. Ainda a linhagem UFSMFW 1-01 foi superior para número de espigas por metro quadrado e peso do hectolitro.

Consequentemente os destaques em produtividade de grãos foram as linhagens UFSMFW 1-04 (3583,07 kg ha⁻¹), UFSMFW 1-06 (3680,60 kg ha⁻¹), UFSMFW 1-07 (3781,27 kg ha⁻¹) e UFSMFW 1-08 (3858,57 kg ha⁻¹), não diferindo da testemunha ORS 1403 (3524,67 kg ha⁻¹). Importante ressaltar (Tabela 3) que dessas quatro linhagens, apenas a linhagem UFSMFW 1-07 se posicionou no grupo de Scott e Knott de menor altura de planta, fator importante quando se considera a possibilidade de acamamento de plantas, embora segundo Souza e Silva (2011), a média de altura de planta de cultivares de trigo é de até 1m.

Tabela 2 - Média para as características tamanho da espiga (TDE), número de espiguetas por espiga (NEE), massa da espiga (MDE), massa de grãos por espiga (MGE) e número de grãos por espiga (NGE).

Tratamentos	TDE cm	NEE número	MDE gramas	MGE gramas	NGE número
UFSMFW 1-01	7,90 b	11,00 a	1,80 b	1,30 b	38,83 a
UFSMFW 1-02	7,93 b	9,03 b	1,37 c	1,03 c	33,10 b
UFSMFW 1-03	7,93 b	11,57 a	1,77 b	1,27 b	34,83 b
UFSMFW 1-04	8,07 b	11,73 a	1,80 b	1,37 b	39,67 a
UFSMFW 1-05	8,07 b	10,87 a	1,70 b	1,27 b	37,67 b
UFSMFW 1-06	8,40 a	12,20 a	1,93 a	1,53 a	41,07 a
UFSMFW 1-07	8,63 a	13,03 a	2,00 a	1,60 a	44,83 a
UFSMFW 1-08	8,43 a	13,23 a	2,03 a	1,63 a	42,67 a
UFSMFW 1-09	8,13 b	11,40 a	1,73 b	1,30 b	36,33 b
UFSMFW 1-10	8,03 b	10,67 a	1,70 b	1,30 b	37,10 b
Quartzo	7,97 b	9,40 b	1,57 c	1,23 b	35,13 b
TBIO Toruk	7,87 b	8,83 b	1,40 c	1,03 c	34,67 b
ORS 1403	8,17 b	11,00 a	1,70 b	1,33 b	35,33 b

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

Fonte: elaborada pelos autores.

Os resultados obtidos apontam a importância dos componentes da produtividade de grãos, segundo Vesohoski *et al.* (2011), esta é influenciada por componentes como o comprimento da espiga, o número de espigas, o número de espiguetas por espiga, entre outros. O destaque fica para a linhagem UFSMFW 1-08, que embora não seja diferente estatisticamente da testemunha ORS 1403, apresentou uma produtividade de grãos de 333,9 kg ha⁻¹ a mais, em função do tamanho da espiga, número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga, número de espigas por metro quadrado e massa de mil grãos. Para Valério *et al.* (2009), o incremento na produtividade de grãos está fortemente aliado ao maior número e massa de grãos por espiga.

O peso do hectolitro não foi destaque para a linhagem UFSMFW 1-08, mesmo assim apresentou valor aceitável (78,30 kg hl⁻¹), segundo Guarienti (1996) valores

muito baixos de peso do hectolitro podem indicar problemas na lavoura que afetam o enchimento dos grãos e sua qualidade. Além disso, serve como indicativo da qualidade e sanidade dos grãos de trigo, sendo influenciado pela uniformidade dos grãos, bem como da forma, densidade e tamanho, além das matérias estranhas e dos grãos quebrados contidos na amostra (Miranda; Mori; Lorini, 2009).

A produtividade de grãos é descrita como produto de vários componentes (Nedel, 1994). Segundo Blue, Mason e Sander (1990), sob condições ideais para o perfilhamento, o número de espigas é o mais importante componente da produtividade de grãos, para o qual se destacaram as linhagens UFSMFW 1-01, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07, UFSMFW 1-08 e UFSMFW 1-09 com o maior número de espigas por metro quadrado. Segundo Valério *et al.* (2008), genótipos com menor potencial de afilhamento estão sujeitos a maiores dependências de densidade de semeadura.

Quanto a massa de mil grãos as linhagens UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07 e UFSMFW 1-08 foram superiores as testemunhas Quartzo e TBIO Toruk, mas não diferindo da testemunha ORS 1403. Este parâmetro é utilizado para classificar o trigo, já que grãos de tamanho excessivo não são desejados pela indústria, pois podem provocar perdas devido às dificuldades de regulagem dos equipamentos de limpeza e moagem.

Tabela 3 - Média para as características altura de planta (ALP), número de espigas por metro quadrado (NEM), peso do hectolitro (PH), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

Tratamentos	ALP cm	NEM número	PH kg hl ⁻¹	MMG gramas	PGD kg ha ⁻¹
UFSMFW 1-01	92,00 a	661,67 a	79,43 a	33,50 b	3373,53 b
UFSMFW 1-02	78,80 b	596,67 b	76,90 b	31,77 b	2976,77 b
UFSMFW 1-03	82,77 b	630,00 b	78,70 a	34,40 b	3381,97 b
UFSMFW 1-04	88,67 a	648,00 b	79,83 a	36,00 a	3583,07 a
UFSMFW 1-05	87,27 a	605,33 b	77,70 b	32,80 b	3315,10 b
UFSMFW 1-06	87,07 a	700,33 a	79,67 a	36,00 a	3680,60 a
UFSMFW 1-07	84,70 b	723,00 a	80,53 a	36,10 a	3781,27 a
UFSMFW 1-08	94,23 a	712,00 a	78,30 b	36,67 a	3858,57 a
UFSMFW 1-09	81,57 b	667,00 a	77,83 b	34,07 b	3137,73 b
UFSMFW 1-10	91,10 a	601,67 b	78,00 b	33,50 b	3247,63 b
Quartzo	92,00 a	608,33 b	76,23 b	32,17 b	3048,73 b
TBIO Toruk	77,67 b	603,00 b	76,43 b	30,97 b	3031,40 b
ORS 1403	83,67 b	628,67 b	78,00 b	36,10 a	3524,67 a

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

Fonte: elaborada pelos autores.

Para Guarienti (1996), grãos de tamanho excessivo não são desejados pela indústria, podem provocar perdas em função de dificuldades na regulagem de equipamentos de limpeza e moagem e grãos pequenos podem passar pelas peneiras de limpeza. O tamanho dos grãos também influencia a quantidade de água absorvida, pois os grãos pequenos absorvem maior quantidade de água em relação aos grãos grandes durante a etapa de condicionamento do trigo (Posner; Hibbs, 1999).

Buscando entender de maneira mais clara os resultados obtidos para cada característica, foram determinados os coeficientes de correlações fenotípicas entre as características estudadas, objetivando, verificar possíveis associações e avaliar o grau dessas associações (Figura 1). De acordo com Carvalho *et al.* (2004), os

coeficientes de correlação podem ser classificados como de magnitude nula ($r = 0$), fraca ($0 < |r| \leq 0,30$), média ($0,30 < |r| \leq 0,60$), forte ($0,60 < |r| \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < |r| \leq 1$) e perfeita ($|r| = 1$), que neste caso variaram de $r = 0,81$ a $r = 0,98$, sendo classificadas como forte ou fortíssima.

Na Figura 1 podemos observar que o tamanho de espiga está fortemente correlacionado e de maneira positiva com a demais características da espiga, como número de espiguetas por espiga, massa de espiga, massa de grãos por espiga e número de grãos por espiga. Com isso podemos afirmar que espigas maiores tendem a aumentar as demais características da espiga, sendo estes componentes importantes quando se busca aumentar produtividade de grãos.

Mas o fator determinante é que todas as características avaliadas, com exceção da altura de planta apresentaram correlação forte (tamanho da espiga, número de grãos por espiga, número de espigas por metro quadrado e peso do hectolitro, ou muito forte (número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga e massa de mil grãos), com a produtividade de grãos. Podemos afirmar que no melhoramento genético de trigo, se a seleção for realizada com base em qualquer uma dessas características, indiretamente se selecionará para produtividade de grãos.

Figura 1 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as características tamanho da espiga (TDE), número de espiguetas por espiga (NEE), massa da espiga (MDE), massa de grãos por espiga (MGE), número de grãos por espiga (NGE), altura de planta (ALP), número de espigas por metro quadrado (NEM), peso do hectolitro (PH), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

	NEE	MDE	MGE	NGE	ALP	NEM	PH	MMG	PDG
TDE	0,809	0,782	0,887	0,847	0,217	0,847	0,592	0,763	0,809
NEE		0,975	0,943	0,849	0,412	0,872	0,805	0,906	0,921
MDE			0,967	0,881	0,557	0,872	0,804	0,871	0,916
MGE				0,904	0,555	0,885	0,721	0,885	0,926
NGE					0,490	0,874	0,771	0,713	0,863
ALP						0,289	0,262	0,358	0,437
NEM							0,735	0,772	0,819
PH								0,758	0,790
MMG									0,924

Muito forte

Forte

Média

Fraca

Classificação de acordo com Carvalho et al., 2004, sendo muito forte ($r \pm 0,91$ a $\pm 1,00$), forte ($r \pm 0,71$ a $\pm 0,90$), média ($r \pm 0,51$ a $\pm 0,70$) e fraca ($r \pm 0,31$ a $\pm 0,50$)

Fonte: elaborada pelos autores.

Kavalco *et al.* (2014) verificaram que o número de afilhos férteis, peso de grãos por espiga e número de grãos por espiga são as características mais indicadas para a seleção indireta para o incremento na produtividade de grãos em trigo. Vesohoski *et al.* (2011) indicam o número de grãos por espiga e massa de mil grãos para seleção indireta para produtividade de grãos em trigo.

Em aveia branca Caierão *et al.* (2001), observaram que a seleção indireta para a produtividade de grãos, quando se trata de peso de panícula, levando em consideração o número de grãos por panícula e/ou a massa de grãos, é a melhor estratégia de seleção indireta para a escolha de genótipos mais produtivos.

5 CONCLUSÃO

As linhagens UFSMFW 1-04, UFSMFW 1-06, UFSMFW 1-07 e UFSMFW 1-08 apresentaram os melhores desempenhos em produtividade de grãos, não diferindo da cultivar testemunha ORS 1403. O tamanho da espiga, número de grãos por espiga, número de espigas por metro quadrado, número de espiguetas por espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga e massa de mil grãos apresentaram correlação forte ou muito forte com a produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1971. 381p.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D.; VIEIRA, E.A.; VALÉRIO, I.P.; SILVA, J.G. Estimativas de correlações genotípicas e de ambiente em gerações com elevada frequência de heterozigotos. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.523-529, 2005.

BEVILACQUA, G.H. **Desempenho agrônomo de cultivares de trigo em diferentes datas de semeadura em condições de alta temperatura**. 2019. 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP, Jaboticabal, 2019.

BLUE, E.N.; MASON, S.C.; SANDER, D.H. Influence of planting date, seeding rate, and phosphorus rate on wheat yield. **Agronomy Journal**, v.82, p.762-768, 1990

BORÉM, A.; SCHEEREN, P.L. **Trigo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 260p.

BRIM, C.A. Wheat, rust, and people. *Phytopathology*, Massachusetts, v.55, p.1088-1098, 1966

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, p.231-236, 2001.

CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA-FILHO, A.W.P.; SALOMON, M.V. Temperature and pH of the nutrient solution on wheat primary root growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.313-318, 2004.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292 p.

CARGNIN, A.; CAIERAO, E.; CASTRO, R.L.; SÓ E SILVA, M.; SCHEEREN, P.L.; CONSOLI, L.; BRAMMER, S.; SANTANA, F.M. Active Wheat Germplasm Bank of Embrapa: current situation and future perspectives. **Annual Wheat Newsletter**, v.57. p.7-7, 2011.

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

CRUZ, C.D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.9, n.1, p.05-08, 2003.

MORI, C; IGNACSAK, J.C. Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo. In: PIRES, J.L.F; VARGAS, L; CUNHA, G.R. **Trigo no Brasil: Bases para a produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p.41-76.

EVANS, L.T.; FISCHER, R.A. Yield potential: its definition, measurement, and significance. **Crop Science**, v.39, p.1.544-1.551, 1999.

FAYEUN, L. S.; ALAKE, G. C.; AKINLOLU, A. O. GGE biplot analysis of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) landraces evaluated for marketable leaf yield in Southwest Nigeria. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.17, n.4, p.416-423, 2018.

FONSECA, S.; PATTERSON, F.L. Yield components heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). **Crop Science**, v.8, n.5, p.614-617, 1968.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para Integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul**. 2ed. Brasília: Embrapa Brasília, 2012. 544p.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1625-1632, 2009.

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

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

JOHNSON, V.A.; BIEVER, K.J.; HAUNOLD, A.; SCHMIDT, J.W. Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat, *Triticum aestivum* L. **Crop Science**, v.6., n.4, p.336-338, 1966.

KAVALCO, S.A.F.; FIGUEIREDO, R.; GROLI, E.L.; ZIMMER, C.M.; BARETTA, D.; TESSMANN, E.W.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M.; 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.

KHALIFA, M.A.; QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. II. In hybrid bulks. **Crop Science**, v.15, p.640-644, 1975

KUREK, A.J.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; CARGNIN, A.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C. Coeficiente de correlação entre caracteres agrônômicos e de qualidade de grãos e sua utilidade na seleção de plantas de aveia. **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.371-376, 2002.

MAI, T. **Avaliações De Cultivares De Trigo Indicadas Para o Cultivo No Estado Do Rio Grande Do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação), Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul - Curso de Agronomia, 2014.

MAZZONCINI, M.; ANTICHI, D.; SILVESTRI, N.; CIANTELLI, G.; SGHERRI, C. Organically vs conventionally grown winter wheat: Effects on grain yield, technological quality, and on phenolic composition and antioxidant properties of bran and refined flour. **Food chemistry**, v.175, p.445-451, 2015,

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa, 2009. 95p.

MUMBACH, G.L.; KOTOWISKI, I.V.; SCHNEIDER, F.J.A.; MALLAMANN, M.S.; BONFADA, E.B.; PORTELA, V.O.; BONFADA, É.B.; KAISER, D.R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, v.18, n.2, p.97-103, 2017.

NEDEL, J.L. Progresso genético no rendimento de grãos de cultivares de trigo lançadas para cultivo entre 1940 e 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1565-1570, 1994.

OKUYAMA, L.A.; FEDERIZZI, L.C.; BARBOSA NETO, J.F. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. **Ciência Rural**, v.34, p.1701-1708, 2004.

OLIVEIRA NETO, A.M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; GUERRA, N.; BRAZ, G.B.P.; VILELA, L.M.S.; BOTELHO, L.V.P.; ÁVILA, L.A. Sistemas de dessecação em áreas de trigo no inverno e atividade residual de herbicidas na soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.14-22, 2013.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

PIMENTEL, A.J.B.; RIBEIRO, G.; SOUZA, M.A.D.; MOURA, L.M.; ASSIS, J.C.D.; MACHADO, J.C. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, v.72, n.2, p.113-121, 2013.

POSNER, E.S.; HIBBS, A.N. **Wheat flour milling**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1999. 341p.

RANDONS, A.F.S. **Avaliações da aplicação de *Bacillus Subtilis* na cultura do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação), Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul - Curso de Agronomia, 2016.

RCBPP - Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2019**. Brasília: Embrapa, 2018. 240p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A.A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, R.R.; BENIN, G.; SILVA, G.O.; MARCHIORO, V.S.; ALMEIDA, J.L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1439-1447, 2012.

SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F.D.; NEDEL, J.L.; CRUZ, P.J.; SILVA, J.A.G.D.; CAETANO, V.D.R.; HARTWIG, I.; SOUSA, C.D.S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, v.64, p. 191-196, 2005.

SILVEIRA, M.M.; DITTGEN, C.L.; BATISTA, C.S.; BIDUSKI, B.; GUTKOSKI, L.C.; VANIER, N.L. Discrimination of the quality of Brazilian wheat genotypes and their use as whole-grains in human nutrition. **Food Chemistry**, v.312, p.126074, 2019.

SOUSA, C.N.A. de. Criação de cultivares de trigo no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo: 1986 a 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 553-563, 1998.

SOUZA, E.F.C; SILVA, M.A. Ecofisiologia Triticola. **Revista Varia Scientia Agrarias**, v.03, n.01, p.171-187.

STEFEN, D.L.V; SOUZA, C.A; COELHO, C.M.M.; TORMEN M.E.; ZANESCO, P.R.; CASA, R.T; SANGOI. L.; NUNES, F.R. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 2014, 13, 1, 30- 39.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ALVARES, R.C.F.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Desempenho agronômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e adubação nitrogenada. **Científica**, v.26, n.2, p.97-106, 2008.

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

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; BENIN, G.; MAIA, L.C.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.1207-1218, 2009.

VESOHOSKI, F.; MARCHIORO, V.S.; FRANCO, F.A.; CANTELLE, A. Componentes do rendimento de grãos em trigo e seus efeitos diretos e indiretos na produtividade. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p.337- 341, 2011.