

**MAGAIVER GINDRI PINHEIRO**

**PERFILHAMENTO DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE  
DE SEMEADURA E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal como requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

**LAGES, SC**

**2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Pinheiro, Magaiver Gindri

Perfilhamento de cultivares de trigo em função da densidade de  
semeadura e sua relação com o rendimento / Magaiver Gindri  
Pinheiro. -- 2019.

80 p.

Orientador: Clovis Arruda de Souza

Coorientador: Samuel Luiz Fioreze

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

1. Triticum aestivum. 2. População de plantas. 3. Potencial de  
perfilhamento. 4. Manejo de lavoura. I. Souza, Clovis Arruda de . II.  
Luiz Fioreze , Samuel. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título.

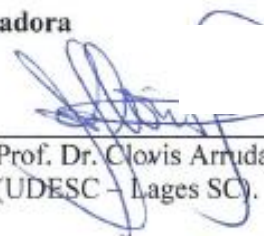
MAGAIVER GINDRI PINHEIRO

**PERFILHAMENTO DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de concentração: fisiologia e manejo de plantas.

**Banca examinadora**


Orientador:

  
Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza  
(UDESC – Lages SC).


Membro:

  
Prof. Dr. Gean Lopes da Luz  
(UNOCHAPECÓ – Chapecó SC)

Membro:

  
Prof. Dr. David José Miquelluti  
(UDESC – Lages SC).

Membro:

  
Prof. Dr. Luis Sangoi  
(UDESC – Lages SC).

Lages, SC, 20 de fevereiro de 2019



A meus pais, mercedores de cada gota de meu suor. Obrigado por me mostrarem o caminho.



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por tudo que proporciona em nossas vidas.

Aos meus pais Alcides Rodrigues Pinheiro e Neila Maria Gindri Pinheiro, por todos os ensinamentos que me prepararam para a vida.

Ao meu orientador Clovis Arruda de Souza, pela oportunidade, amizade, confiança e ensinamentos nesta caminhada.

Ao meu coorientador Samuel Luiz Fioreze pela amizade, confiança e auxílio desde o primeiro momento que decidi por esta empreitada.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e contribuições.

Ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC) pela oportunidade do curso de mestrado em Produção Vegetal, assim como a estrutura e aporte necessários.

A Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, pela parceria e aceite em estreitar as relações para uma pesquisa agrícola cada vez mais produtiva.

A Secretaria da Educação do Estado de Santa Catarina na execução do programa UNIEDU e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa que proporcionou a execução da pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelo excelente trabalho em sala de aula.

Aos colegas de laboratório pelo auxílio durante a realização do curso.

A todos que de alguma maneira contribuíram e deram suporte nesta caminhada.

Muito obrigado!





## RESUMO

A densidade de semeadura é um dos fatores mais influentes no rendimento de grãos por atuar diretamente na emissão e sobrevivência de perfilhos de trigo. Sob esta perspectiva, objetivou-se neste trabalho avaliar o perfilhamento do trigo em função da densidade de semeadura e a magnitude dos fatores que influenciam o desempenho individual de perfilhos e a relação com o desempenho agrônomo de cultivares a campo. Para tal foram conduzidos dois experimentos, avaliando duas cultivares (TBIO Toruk - perfilhadora e TBIO Sossego – pouco perfilhadora) submetidas a quatro densidades de semeadura (208; 312; 416 e 500 sementes aptas m<sup>-2</sup>). O primeiro experimento foi em canteiros experimentais sob delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 com quatro repetições. Os perfilhos foram identificados semanalmente, conforme a ordem temporal de emissão durante quatro semanas consecutivas. Foram avaliadas a emissão e sobrevivência de todos os perfilhos e realizada uma análise estatística para colmo principal, primeiro e segundo perfilhos emitidos nas variáveis altura, comprimento do pedúnculo, diâmetro de colmo, massa verde e presença de grãos. A mortalidade geral de perfilhos emitidos foi de 24%. Houve um decréscimo de 73% na emissão e 92% na sobrevivência de perfilhos ao longo de quatro semanas. O aumento da densidade de semeadura promoveu decréscimo de 43% na emissão e 44% na sobrevivência de perfilhos. A cultivar Sossego apresentou menor potencial de perfilhamento, mas com sobrevivência superior a Toruk. A emissão e sobrevivência dos perfilhos individuais sofreu um decréscimo total de 82 e 95% respectivamente. Perfilhos sobreviventes emitidos na primeira semana foram responsáveis por 40% do total da presença de grãos ao final do ciclo. O colmo principal e os dois primeiros perfilhos emitidos representaram 77% do total de perfilhos emitidos, sendo que a emissão e sobrevivência destes é dependente da interação da ordem temporal de emissão com a cultivar e com a densidade de semeadura, enquanto que a massa verde e os caracteres morfométricos dependem dos fatores isolados. O segundo experimento foi realizado em condições de campo sob delineamento experimental em blocos casualizados, com os mesmos fatores já descritos, em arranjo de parcela subdivididas sendo cultivares parcelas e densidades de semeadura subparcelas, com cinco repetições. Foram avaliados caracteres morfométricos, medidas com sensores ópticos, componentes de produção e rendimento de grãos. Dentre os caracteres avaliados, apenas o diâmetro de colmo foi afetado pela densidade de semeadura. O maior comprimento de pedúnculo, altura e comprimento da folha bandeira foram observados na cultivar Sossego, enquanto que o maior diâmetro de colmo foi observado na cultivar Toruk. O teor relativo de clorofila e o NDVI foram maiores na cultivar Sossego. A cultivar Sossego apresentou desempenho agrônomo superior a Toruk superando o rendimento de grãos em 673 kg ha<sup>-1</sup>. Densidades de semeadura abaixo do recomendado promovem um decréscimo no desempenho produtivo de trigo. O momento da emissão (mais precoce) é o fator que mais influencia o número, a sobrevivência e a viabilidade de perfilhos de trigo e em condições de limitação pluviométrica, potencial genético de perfilhamento reduzido e densidades de semeadura acima do recomendado são mais eficientes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*. População de plantas. Potencial de perfilhamento. Manejo de lavoura.



## ABSTRACT

Seed density is one of the most influential factors in grain yield by acting directly on the emission and survival of wheat tillers. In this perspective, the objective of this work was to evaluate the relation between wheat tillering with sowing density and the magnitude of these factors on individual performance of tillers, adding the relation with the agronomic performance of field-specific cultivars. Two experiments were carried out on two cultivars (TBIO Toruk - tiller TBIO Sossego – little tiller) submitted to four sowing densities (208 (sub - optimal), 312 and 416 (optimal) and 500 (supra - optimal) viable seeds m<sup>-2</sup>). The first experiment was in soil plots under a randomized block design in a 2 x 4 factorial design with four replications. The tillers were identified weekly, according to the temporal order of emission during four consecutive weeks. The emission and survival of tillers were evaluated and a statistical analysis was carried out for main stem, first and second tillers emitted in the variables plant height, stem length, stalk diameter, fresh weight and presence of grains. The overall mortality of tillers emitted was 24%. There was a decrease in the emission (73%) and survival (44%) of tillers, over time of four weeks. The increase on seeding density lead to decrease of emission (43%) survival (44%) of tillers. The cultivar Sossego showed lower tillering potential, but with higher tiller survival than Toruk. The emission and survival of the individual tillers decreased in rate of 92 and 95% respectively. The survival tillers emitted in the first week were responsible for 40% of the grains at the end of the wheat cycle. The main stem, first and second tillers emitted represented 77% of tillers emitted, but the emission and survival of these being dependent on the interaction of emission time x cultivar x sowing density, while the fresh weight and morphometric characters showed only single effects. The second experiment was carried out under field conditions under a randomized complete block design, with the same factors already described, in a split-split plot design and with five replications. Morphometric characters, measured with optical sensors, yield components and grain yield were evaluated. Among the characters evaluated, only the stalk diameter was affected by sowing density. The highest stem length, peduncle length, flaf leaf length were observed in the cultivar Sossego, while the highest stem diameter was observed in the cultivar Toruk. The relative chlorophyll content and NDVI were higher in the cultivar Sossego. The cultivar Sossego was the highest yield of grains. The cultivar Sossego showed better agronomic performance than Toruk difference og 673 kg.ha<sup>-1</sup>. Suboptimal seeding densities negatively affect the productive performance of wheat. The time of emission (earlier) is the factor that most influences the number, survival and viability of wheat tillers, particularly under rainfall limitation, the genotype with reduced tillering potential is more eficiente but must be seeded with high seed density.

**Keywords:** *Triticum aestivum*. Plant density. Tillering potential. Crop management.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima desde a sementeira até a colheita de duas cultivares de trigo. Lages, SC, safra 2017. ....	32
Figura 2 - Metodologia de implantação e condução do experimento: gabaritos (a), acomodação de gabarito sobre a linha de cultivo (b), deposição de sementes na linha de cultivo (c), unidades experimentais (d), seleção de plantas após a emergência (e), identificação de perfilhos (f). ....	35
Figura 3 - Emissão e sobrevivência de colmo principal e perfilhos (CPP) de 320 plantas de trigo. Lages – SC, 2017. ....	36
Figura 4 - Emissão e sobrevivência de colmo principal + perfilhos (CPP) em função de quatro semanas. Lages – SC, 2017. ....	37
Figura 5 - Emissão e sobrevivência de colmo principal e perfilhos de duas cultivares de trigo. Lages – SC, 2017. ....	38
Figura 6 - Emissão e sobrevivência de colmo principal e perfilhos de trigo submetido a quatro densidades de sementeira. Lages – SC, 2017. ....	39
Figura 7 - Emissão e sobrevivência de colmo principal (CP), primeiro perfilho emitido (P1), segundo perfilho emitido (P2), ..., oitavo perfilho emitido (P8) de plantas de trigo. Lages – SC, 2017. ....	40
Figura 8 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017. ....	42
Figura 9 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) na média de duas cultivares de trigo em quatro densidades de sementeira. Lages -SC, 2017. ....	43
Figura 10 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) na média de duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de sementeira. Lages -SC, 2017. ....	44
Figura 11 - Altura média de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de trigo e altura na média de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017. ....	45
Figura 12 - Altura média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de sementeira. Lages -SC, 2017. ....	46
Figura 13 - Comprimento de pedúnculo de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017. ....	47

Figura 14 - Comprimento de pedúnculo na média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017. ....	47
Figura 15 - Diâmetro de colmo na média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017. ....	48
Figura 16 - Diâmetro de colmo de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017. ....	49
Figura 17 - Massa verde de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de trigo e altura na média de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017. ....	50
Figura 18 - Massa verde na média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017. ....	50
Figura 19 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima desde a semeadura até a colheita de duas cultivares de trigo. Curitibanos, Santa Catarina, safra 2017. ....	58
Figura 20 - Comprimento de pedúnculo (a), altura de plantas (b), comprimento de folha bandeira (c), diâmetro de colmo (d), teor relativo de clorofila (e), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada NDVI (f), rendimento de grãos e peso do hectolitro de duas cultivares de trigo. Curitibanos, Santa Catarina, 2017. ....	62
Figura 21 - Diâmetro de colmo na média de duas cultivares de trigo; “Toruk” e “Sossego” em função da densidade de semeadura. Curitibanos, Santa Catarina, 2017. ....	63
Figura 22 - Rendimento de grãos (a) e peso do hectolitro (b) de duas cultivares de trigo; “Toruk” e “Sossego”. Curitibanos, Santa Catarina, 2017. ....	65
Figura 23 - Rendimento de grãos na média de duas cultivares de trigo, “Toruk” e “Sossego” em função da densidade de semeadura. Curitibanos, Santa Catarina, 2017. ....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Presença e ausência de grãos em colmo principal e perfilhos conforme ordem de emissão de duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages – SC, 2017. ....	41
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para emissão (EMI), sobrevivência de perfilhos (SOB), altura (ALT), comprimento do pedúnculo (CP), diâmetro de colmo (DC) e massa verde (MV) de colmo principal e dois primeiros perfilhos emitidos em duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Curitibaanos – SC, 2017. ....	42
Tabela 3 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) para comprimento de pedúnculo (CP), altura de planta (ALT), comprimento da folha bandeira (CFB), diâmetro de colmo (DC), teor relativo de clorofila (TRC) e índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Curitibaanos – SC, 2017. ....	61
Tabela 4 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) para rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por espiguetas (NGEE), índice de colheita (IC), grãos maiores que 1,75 mm ( $G > 1,75$ ) e peso do hectolitro (PH). Curitibaanos – SC, 2017. ....	64
Tabela 5 - Correlação de Pearson entre as variáveis estudadas rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por espiguetas (NGEE), índice de colheita (IC), grãos maiores que 1,75 mm ( $G > 1,75$ ), peso do hectolitro (PH), comprimento do pedúnculo (CP), altura de plantas (AP), comprimento da folha bandeira (CFB), diâmetro de colmo (DC), teor relativo de clorofila (TRC) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na média geral de todas as unidades experimentais e em quatro densidades de semeadura. Curitibaanos, Santa Catarina, 2017. ....	71





## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABITRIGO	Associação Brasileira da Indústria de Trigo
ago	Agosto
CBPT	Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale
CFB	Comprimento da folha bandeira
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
cmol <sub>c</sub>	Centimol de carga (unidade de capacidade de troca)
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CP	Colmo Principal
CPP	Colmo principal + perfilhos
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
CV	Coefficiente de variação
DC	Diâmetro de colmo
dez	Dezembro
DLES	Distância linear entre sementes
dm	Decímetro
DMQ	Densidade por metro quadrado
EMI	Emissão
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
fev	Fevereiro
FV	Fator de variação
g	Gramas
G	Grãos
GL	Graus de liberdade
H <sub>2</sub> O	Água
ha	Hectare
IC	Índice de colheita
jan	Janeiro
jul	Julho
K	Potássio
Kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro (s)
mg	Miligrama
mm	Milímetro (mm)
MMG	Massa de mil grãos
MS	Massa seca dos grãos
MSG	Massa seca dos grãos
MST	Massa seca total
MU	Massa úmida dos grãos
MV	Massa verde
N	Nitrogênio
NDVI	Índice de vegetação por diferença normalizada
NEE	Número de espiguetas por espiga
NGE	Número de grãos por espiga
NGEE	Número de grãos por espiguetas

	Número de grãos totais de 15 colmos
Nº	Número
nov	Novembro
°	Graus
°C	Graus Celsius / Graus Centrígados
out	Outubro
p	Probabilidade
P	Fórforo
P1	Primeiro perfilho emitido
P2	Segundo perfilho emitido
P3	Terceiro perfilho emitido
P4	Quarto perfilho emitido
P5	Quinto perfilho emitido
P6	Sexto perfilho emitido
P7	Sétimo perfilho emitido
P8	Oitavo perfilho emitido
PED	Comprimento do pedúnculo
PH	Peso do hectolitro
pH	Potencial Hidrogeniônico
r	Coefficiente de correlação
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
RG	Rendimento de grãos
RNC	Registro Nacional de Cultivares
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
Sem	Semente
set	Setembro
SOB	Sobrevivência
SPD	Sistema de Plantio Direto
t	Tonelada
TMD	Taxa média de decréscimo
TRC	Teor relativo de clorofila
UP	Umidade padrão dos grãos preconizada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento)
UR	Umidade real dos grãos no momento da colheita
USDA	United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
2.1	ASPECTOS HISTÓRICOS E PANORAMA DO CULTIVO DE TRIGO NO BRASIL E NO MUNDO .....	25
2.2	PERFILHAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA NA CULTURA DO TRIGO .....	26
<b>3</b>	<b>O QUE INFLUENCIA MAIS A MORTALIDADE E DESEMPENHO DE PERFILHOS DE TRIGO? .....</b>	<b>29</b>
3.1	RESUMO .....	29
3.2	ABSTRACT .....	29
3.3	INTRODUÇÃO .....	30
3.4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	31
<b>3.4.1</b>	<b>Local do ensaio e adubações .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Delineamento experimental e metodologia .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Manejo de plantas daninhas, insetos e doenças .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Avaliações .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>33</b>
3.5	RESULTADOS .....	36
<b>3.5.1</b>	<b>Emissão, sobrevivência e presença de grãos .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Análise estatística de emissão, sobrevivência, caracteres morfométricos e massa de CP, P1 e P2 .....</b>	<b>41</b>
3.6	DISCUSSÃO .....	51
<b>3.6.1</b>	<b>Emissão, sobrevivência e presença de grãos .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Análise estatística de emissão, sobrevivência, caracteres morfométricos e massa de CP, P1 e P2 .....</b>	<b>52</b>
3.7	CONCLUSÃO .....	53
<b>4</b>	<b>PERFORMANCE AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURAS .....</b>	<b>55</b>
4.1	RESUMO .....	55
4.2	ABSTRACT.....	55
4.3	INTRODUÇÃO .....	56
4.4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	57
<b>4.4.1</b>	<b>Local do ensaio .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Delineamento experimental e adubações .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Manejo de plantas daninhas, insetos e doenças .....</b>	<b>59</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Avaliações .....</b>	<b>59</b>
<b>4.4.5</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>60</b>
4.5	RESULTADOS .....	60
<b>4.5.1</b>	<b>Avaliações morfométricas e fisiológicas .....</b>	<b>60</b>

<b>4.5.2</b>	<b>Avaliações produtivas e qualitativas dos grãos .....</b>	<b>63</b>
4.6	DISCUSSÃO .....	66
<b>4.6.1</b>	<b>Avaliações morfométricas e fisiológicas .....</b>	<b>66</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Avaliações produtivas e qualitativas dos grãos .....</b>	<b>68</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Estudo de correlação .....</b>	<b>70</b>
4.7	CONCLUSÃO .....	72
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) estima que com o aumento da população mundial será necessário um aumento de 60% na produção de alimentos até 2050 para suprir as demandas (FAO, 2018). Neste contexto, a cultura do trigo é considerada a segunda mais cultivada em todo mundo no que se refere a produção de grãos, sendo o destino prioritariamente a alimentação humana. Atualmente, observa-se uma grande variabilidade de locais e de condições de cultivo, conferindo diferentes produtividades à cultura, representando que ainda há um grande potencial produtivo a ser explorado.

Frente ao atual crescimento da população mundial e subsequente demanda por alimentos, melhorar o potencial produtivo das culturas de interesse alimentício torna-se fundamental. Com a crescente dependência do Brasil à importação do trigo, e especificamente em Santa Catarina a queda dos últimos anos em produtividade, área e principalmente de produção em relação a cultura do trigo além da falta de incentivo governamental, tornam-se necessário estudos acerca da cultura visando um melhor entendimento da sua responsividade a diferentes práticas de manejo visando aproximar cada vez mais a produtividade das culturas enquanto lavoura a seu potencial produtivo teórico. Neste âmbito, um melhor aproveitamento espacial das áreas de cultivo são aspectos diretamente relacionados a produtividade e produção das culturas de interesse econômico.

O potencial produtivo do trigo é uma característica comandada por mecanismos complexos e de caráter quantitativo (SLEPER; POELMAN, 2006). Caracteres quantitativos são expressos por uma associação de um grande número de genes de pequeno efeito, portanto há uma dificuldade na seleção direta de genótipos potencialmente mais produtivos com relação à produção de grãos, contudo um melhor aproveitamento da área ou condições de campo são estratégias viáveis para um aumento de produtividade (VALÉRIO, 2008).

Dentre as técnicas de manejo que mais influenciam o comportamento da cultura em campo destaca-se a densidade de semeadura, influenciando diretamente na emissão e na efetividade de perfilhos. Neste sentido, plantas de trigo cultivadas em baixas densidades frequentemente apresentam abundante emissão de perfilhos, cuja sobrevivência e potencial produtivo dependem da uniformidade de emissão. Perfilhos emitidos tardiamente podem ser abortados e quando se efetivam tendem a apresentar maturação tardia em comparação com o colmo principal, acarretando em desuniformidade das plantas no momento da colheita e, por sua vez, nos componentes de produção (FIOREZE, 2012a). Contudo, a emissão de perfilhos

pode ser influenciada não somente pela densidade de sementeira, mas também pela disposição tridimensional das sementes no solo (TAO et al., 2019).

Dentre os componentes que determinam o rendimento de grãos estão, o número de espigas por planta, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas e peso médio de grãos, sendo estes dependentes de fatores genéticos e ambientais (CRUZ et al., 2003). Segundo Fioreze; Rodriguez (2014), menores densidades de sementeira promovem um incremento do rendimento individual por espiga, em função do aumento do tamanho, número e massa de grãos culminando em maior produtividade por indivíduo. Entretanto, Barbieri et al. (2013) contradiz esta afirmação, observando que reduções aleatórias no estande de plantas afetam negativamente o desempenho produtivo e a qualidade de sementes de trigo, sendo que a capacidade compensatória dessas falhas varia conforme o genótipo utilizado. É fundamental o conhecimento acerca do efeito compensatório entre os componentes do rendimento em função do perfilhamento do trigo para recomendações técnicas de manejo visando melhores produtividades (VALÉRIO et al., 2008), pois a baixa produtividade média nas lavouras de trigo brasileiras está associada a uma pequena participação de perfilhos férteis na produção final de grãos (MUNDSTOCK, 1999).

A relação entre manejo e perfilhamento e seus efeitos vem sendo estudada, e a densidade de sementeira tem sido considerada uma das técnicas que mais influencia a capacidade da planta de trigo perfilhar, por consequência afetando os componentes e o rendimento de grãos (OZTURK et al., 2006). Desta forma, o conhecimento acerca das características morfofisiológicas é de grande importância para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de manejo para a cultura.

Marinho et al. (2018) relata que a densidade de sementeira pode afetar a produtividade de sementes e o vigor das mesmas, sendo que esta resposta é variável conforme a genética de cada cultivar. Ademais, o padrão de sementeira trata-se de um importante fator, pois influencia a distribuição das plantas no campo, o que por sua vez, afeta a quantidade de luz disponível para a fotossíntese (TAO et al., 2018).

O conhecimento acerca de perfilhos de trigo serem um recurso positivo (fonte) ou negativo (dreno) em lavouras de trigo é uma preocupação constante sob condições climáticas instáveis, e torna-se uma incógnita sobretudo sob o ponto de vista que são demasiados os fatores que influenciam o perfilhamento a campo. Arduini; Pellegrino; Ercoli (2018) demonstraram que as condições climáticas variáveis decorrentes da época de sementeira também influenciam no perfilhamento do trigo, e que embora o rendimento de perfilhos seja menor do que do colmo principal, há uma contribuição significativa para o rendimento final.

Na cultura do trigo, as diferentes respostas quanto a dinâmicas de perfilhamento em relação à densidade de semeadura mostram-se essenciais para obter-se maiores produtividades e qualidade de farinha, pois estas plantas possuem a característica de alterar as relações dos componentes produtivos em relação a competição intraespecífica, variando de acordo com o potencial de cada genótipo, tornando este conhecimento básico fundamental para as tomadas de decisões de manejo no decorrer do ciclo da cultura.

Diante do exposto foram elaboradas as seguintes hipóteses: I – Há diferença na magnitude da influência da densidade de semeadura, do potencial de perfilhamento e da ordem temporal de emissão de perfilhos, na emissão e sobrevivência de perfilhos de trigo e no desempenho de perfilhos individuais; II - Densidades de semeadura subótimas, ótimas e supraótimas, afetam o desempenho agronômico de cultivares de trigo.

Sob esta perspectiva, objetivou-se neste trabalho avaliar o perfilhamento do trigo em função da densidade de semeadura e a magnitude dos fatores que influenciam o desempenho individual de perfilhos e a relação com o desempenho agronômico de cultivares específicas a campo.





## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS E PANORAMA DO CULTIVO DE TRIGO NO BRASIL E NO MUNDO

Desde os primórdios da agricultura a humanidade e o cultivo do trigo estão associados, havendo indícios de cultivo no Sudoeste da Ásia, em regiões montanhosas, áridas, com elevada amplitude térmica e pouca precipitação (CASTRO; KLUGE, 1999). A origem da planta de trigo como se conhece hoje deu-se do cruzamento de espécies silvestres de gramíneas nas regiões da Ásia que circundavam os Rios Tigres e Eufrates por volta de 15.000 a 10.000 a. C. (SILVA et al., 1996).

Em relação ao Brasil, as primeiras sementes de trigo foram trazidas em 1534 à Capitania de São Vicente por Martim Afonso de Souza, sendo distribuídas posteriormente à outras capitanias (Associação Brasileira da Indústria de Trigo ABITRIGO, 2009). Historicamente no país, a dependência de importação do cereal fez com que o cultivo do cereal fosse colocado de lado. No século XIX, após a abertura dos portos à outras nações, foram diversos fatores que fizeram a cultura quase extinguir-se do país, tais como: entrada de farinha de trigo americana, epidemias, inadimplência da coroa e falta de mão-de-obra. Ademais, este panorama só foi revertido a partir do século XX com intervenções governamentais (QUEIROZ, 2001).

Uma política pública relevante na história tritícola do Brasil foi no ano de 1967, quando publicado o Decreto-Lei 210, em vigor até novembro de 1990, que regulamentou a produção, comercialização e industrialização, havendo um controle estatal com imposições tarifárias e estratégias que proviam a autossuficiência do cereal no país (SAAB, 2005). Entretanto, após revogado, houve uma redução da produção associada a falta de programas de incentivo e subsídio ao consumo (CAFÉ, 2003). Um reflexo disso foi observado na safra 1994/1995, quando a produção nacional supriu apenas 18,5% da demanda de consumo nacional (ROSSI; NEVES, 2004). Assim sendo, fica evidente a instabilidade da cultura no país, havendo atualmente uma carência em relação a políticas públicas de incentivo ao triticultor.

Em relação ao panorama atual, a produção mundial de trigo na safra 2017/2018 foi de 763 milhões de toneladas com uma projeção de 733 milhões de toneladas para a safra 2018/2019. O Brasil atingiu uma produção de 4,4 com uma projeção de 4,8 milhões de toneladas para as mesmas respectivas safras, sendo que a importação de 7 milhões de toneladas em 2017/2018 tem estimativa de aumento 7% para a safra seguinte (USDA, 2018). O país é o quarto consumidor do cereal no mundo com um consumo per capita de 53 kg.ano<sup>-1</sup>. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), a média de produtividade nacional,

no ano de 2018 foi 2657 kg ha<sup>-1</sup>, muito aquém do potencial produtivo teórico da cultura. O comparativo entre a produção da safra 2017 e 2018 demonstrou um acréscimo de 27% e 19% respectivamente na produção e produtividade nacional. Entretanto, no estado de Santa Catarina o aumento de produção ficou a cargo do aumento da área cultivada, com decréscimo na produtividade de 3,5%. Ainda assim, estes valores não são suficientes para a demanda nacional, sendo que grande parte do consumo total do país é importado. Segundo a FAO (2018), no ano de 2016 foram importados 6,8 milhões de toneladas de trigo para o país, classificando-o como sexto maior importador de trigo e seus derivados do mundo.

O aumento do potencial do rendimento de grãos na cultura do trigo é de fundamental importância para que o Brasil diminua a dependência de importação deste cereal. Segundo Roman (1994) a intensificação da produção do cereal no Cerrado brasileiro poderia abrir espaço para o país encontrar sustentabilidade técnica ambiental e econômica quanto a esta cultura. Boschini (2010) reforça esta ideia citando que a região Central brasileira é uma alternativa para a expansão da área tritícola do país. Entretanto, os principais estados produtores são Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo os dois primeiros responsáveis por cerca de 87% da produção nacional, enquanto que Santa Catarina contribuiu com 2 a 3% da produção total no ano de 2018 (CONAB, 2019), o que por sua vez causa grande evasão de recursos financeiros. A utilização de pastagens de inverno no sistema em SC acaba por promover a disponibilidade de cobertura do solo no sistema de produção, entretanto quando não semeada pode haver um déficit de palhada para o sistema de plantio direto, enquanto que a cultura do trigo pode atenuar esta problemática favorecendo a rotação de culturas. Além disso, o crescente aumento de áreas de milho segunda safra em estados tritícolas acaba por promover um decréscimo no período de cultivo recomendado para o trigo. Associado a isto, segundo Mundstock (1999), a falta de incentivo governamental, as baixas produtividades e a pequena área cultivada contribuem de maneira decisiva para o déficit anual da produção tritícola no Brasil. Boschini (2010) destaca que além da produtividade o enfoque qualitativo também é aspecto importante, e que o grande desafio da triticultura nacional é tirar o país da posição de grande importador buscando autossuficiência na produção e abastecimento do cereal.

## 2.2 PERFILHAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA NA CULTURA DO TRIGO

Segundo Silveira et al. (2009), o maior aproveitamento da área agrícola e condições de campo são estratégias que visam o aumento da produtividade, de forma que a interação de genótipos de trigo com diferentes situações de ambiente e de manejo deve ser benéfica. Neste contexto, a densidade de semeadura e a disposição das sementes no campo são fatores que

podem aumentar a interceptação e a eficiência do uso da radiação e a área foliar, o que por sua vez leva a um acréscimo na produção de fotoassimilados e nos componentes do rendimento (TAO et al., 2018). No passado, uma estratégia contributiva para o aumento da produtividade era o aumento do número de perfilhos por planta, pois este considerava-se o principal componente do rendimento de grãos em cereais (PETR; FREY, 1966). Contudo, a fase de emissão de perfilhos é seguida de uma fase de senescência durante a qual uma proporção de perfilhos morrem enquanto outros completam seu ciclo produzindo espigas (ABICHOU et al., 2018). Por outro lado, genótipos de trigo com menor potencial de perfilhamento conferem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos (SCHEEREN et al., 1995; MOTZO et al., 2004), entretanto para uma compensação do número de espigas por área, a cultura é dependente do aumento de densidade de semeadura (VALÉRIO et al., 2008; FIOREZE, 2011). Ademais, a emissão e a sobrevivência dos perfilhos estão correlacionadas negativamente, logo a compreensão de que o rendimento de grãos está associado a abundância de perfilhos torna-se difícil (THIRY et al., 2002). Associado a este cenário, no que se refere a controle genético, a emissão de perfilhos é complexa, e os processos envolvidos na sua manifestação fenotípica são diferentes em relação a diferentes genótipos, condições edafoclimáticas e sistemas de manejo (KURAPARTHY et al., 2007).

A emissão e desenvolvimento de perfilhos estão relacionados a fatores genéticos e de ambientes, sendo que os de ambiente podem ser destacados por diversos aspectos tais como profundidade de semeadura, desfolha e pH do solo (ALMEIDA et al., 2004), quantidade e qualidade de luz (ALMEIDA et al., 2000; ALMEIDA et al., 2002), fatores nutricionais, fotoperíodo, disponibilidade de água e densidade de semeadura (VALÉRIO, 2008). Outro fator relevante a se considerar é que cultivares de trigo com potencial de perfilhamento reduzido adaptam-se melhor a condições de menor suprimento de água, fazendo do potencial de perfilhamento uma característica importante em ambientes onde água é um fator limitante (HOUSHMANDFAR et al., 2019). A densidade de semeadura é uma das técnicas de manejo que mais podem influenciar o rendimento de grãos, estando relacionada ao potencial da planta em emitir perfilhos férteis, influenciando por sua vez o número de espigas por unidade de área (OZTURK et al., 2006). Em suma, quando cultivado em baixas densidades de semeadura, a cultura expressa um menor número de espigas por unidade de área, já em altas densidades, este número é maior, e a senescência de perfilhos inicia mais precocemente (DARWINKEL, 1978). Ademais, perfilhos emitidos tardiamente tendem a apresentar maturação tardia resultando em desuniformidade no momento da colheita.

De modo geral, em cereais de estação fria como o trigo, há uma compensação na falta ou excesso de um componente do rendimento a partir de modificações de outros componentes (BENIN et al., 2003), que por sua vez pode conferir um incremento no potencial produtivo por área. Logo, a densidade ótima para o máximo rendimento de grãos não está associada exclusivamente a emissão de perfilhos. Este fato pode ser evidenciado por cultivares que em baixas densidades de semeadura apresentam maior massa de grãos, conforme destacado por Fioreze; Rodrigues (2011).

Atualmente, para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a densidade de semeadura varia de 250 a 400 sementes aptas por metro quadrado, considerando o ciclo das cultivares e cultivos voltados à duplo propósito (pastejo e colheita de grãos). Todavia, esta indicação técnica da CBPT (Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2017) não leva em consideração os diferentes comportamentos de perfilhamento (emissão e sobrevivência de perfilhos) e dos componentes do rendimento de cada cultivar, além dos diferentes ambientes de cultivo, revelando uma carência de informações para recomendações técnicas mais precisas. Neste contexto, ambientes favoráveis conferem uniformidade na emissão de perfilhos (RICKMAN et al., 1983), enquanto que em ambientes estressantes há irregularidade nos padrões de perfilhamento (MARTIN, 1987). Portanto, para recomendações de densidades de semeadura ideais devem ser considerados outros fatores, visando uma melhor contribuição à produtividade da cultura.

A emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são relevantes para a cultura do trigo, estando diretamente relacionados à densidade de semeadura a que são impostos, além do mais, os mecanismos genéticos regulatórios do desenvolvimento e expressão de perfilhos em trigo são de alta complexidade (VALERIO et al., 2008). Diante do exposto, torna-se fundamental a ênfase nas relações entre comportamento da densidade de plantas estabelecidas e da dinâmica e efetividade do perfilhamento associado com a prática cultural nesta espécie.

### 3 O QUE INFLUENCIA MAIS A MORTALIDADE E DESEMPENHO DE PERFILHOS DE TRIGO?

#### 3.1 RESUMO

A emissão e sobrevivência de perfilhos em trigo podem sofrer influência de diversos fatores. Objetivou-se neste estudo avaliar a magnitude da influência da densidade de semeadura, do potencial de perfilhamento e da ordem temporal de emissão de perfilhos, na emissão e sobrevivência de perfilhos de trigo e no desempenho de perfilhos individuais. O experimento foi realizado em canteiros experimentais sob delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas cultivares de trigo (TBIO Toruk e TBIO Sossego) e quatro densidades de semeadura (208; 312; 416 e 500 sementes aptas m<sup>-2</sup>). Os perfilhos foram identificados semanalmente, conforme a ordem temporal de emissão durante quatro semanas consecutivas. Foram avaliadas a emissão e sobrevivência de todos os perfilhos e realizada uma análise estatística (ANOVA) para colmo principal, primeiro e segundo perfilhos emitidos nas variáveis altura, comprimento do pedúnculo, diâmetro de colmo, massa verde e presença de grãos. A mortalidade geral de perfilhos emitidos foi de 24%. Houve um decréscimo de 73% na emissão e 92% na sobrevivência de perfilhos ao longo de quatro semanas. O aumento da densidade de semeadura promoveu decréscimo de 43% na emissão e 44% na sobrevivência de perfilhos. A cultivar Sossego apresentou menor potencial de perfilhamento, mas com sobrevivência superior a Toruk. A emissão e sobrevivência dos perfilhos individuais sofreu um decréscimo total de 82 e 95% respectivamente. Perfilhos sobreviventes emitidos na primeira semana foram responsáveis por 40% do total da presença de grãos ao final do ciclo. O colmo principal e os dois primeiros perfilhos emitidos representaram 77% do total de perfilhos emitidos, sendo que a emissão e sobrevivência destes é dependente da interação da ordem temporal de emissão com a cultivar e com a densidade de semeadura, enquanto que a massa verde e os caracteres morfométricos dependem dos fatores isolados.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, densidade de semeadura, potencial de perfilhamento, época de emissão.

#### 3.2 ABSTRACT

The emission and survival of tillers in wheat can be influenced by several factors. The objective of this study was to evaluate the magnitude of the influence of sowing density, tillering potential and temporal order of tiller emission, on the emission and survival of wheat tiller and on individual tiller performance. The experiment was carried out in experimental beds under a randomized block design in a 2 x 4 factorial design with four replications. The treatments consisted of two wheat cultivars (TBIO Toruk and TBIO Sossego) and four sowing densities (208, 312, 416 and 500 suitable seeds m<sup>-2</sup>). The tillers were identified (labeled) weekly, according to the temporal order of emission during four consecutive weeks. The emission and survival of all tillers were evaluated and a statistical analysis (ANOVA) was carried out for main stem, first and second tillers emitted in the variables plant height, peduncle length, stem diameter, fresh weight and grains presence. The tillers mortality was 24%. There was a decrease of 73% in emission and 92% in tiller survival over four weeks. The increase in sowing density promoted a decrease of 43% in emission and 44% in tiller survival. The cultivar Sossego showed lower tillering potential than Toruk, but with tillers survival higher than Toruk. The tiller emission and its survival decreased in 82 and 95%, respectively. The survival tillers was more effective if emitted in first week, showing contribution of 40% in final grain yield. The

main stem, first and second tillers represent 77% of all tiller emitted. The tiller emission and its survival were dependent on the interaction of the temporal order of emission  $\times$  cultivar  $\times$  density of sowing, whereas the fresh weight and the others morphometric traits depends on the isolated factors.

**Key words:** *Triticum aestivum*, sowing density, tillering potencial, seasonig of emission.

### 3.3 INTRODUÇÃO

Perfilhos são ramificações laterais oriundas de células meristemáticas (gemas) que, em espécies da família *Poaceae*, podem servir como uma compensação de espaços vazios dentro de uma comunidade (ALMEIDA et al., 2004). Em cereais de perfilhamento comum, tais como os cereais de inverno como o trigo, este comportamento pode culminar em maior rendimento de grãos, visto que pode aumentar o número de inflorescências por área, o que, por sua vez, faz com que ocorra um acréscimo nos componentes do rendimento da cultura (CHEN et al. 2010).

A densidade de semeadura é uma das técnicas de manejo que mais pode influenciar o comportamento do perfilhamento do trigo e seus componentes do rendimento. A capacidade do trigo em compensar a falta ou excesso de um componente através de alterações em outros é essencial para obter-se um melhor desempenho, sendo que esta compensação é dependente do genótipo, do ambiente e de sua interação (VALÉRIO et al. 2013). Quando em condições favoráveis, a uniformidade de emissão de perfilhos pode resultar em contribuição para o rendimento de grãos (RICKMAN et al., 1983). Por outro lado, em ambientes de estresse, há uma maior desuniformidade nos perfilhos que podem acarretar em decréscimo no rendimento em virtude de uma competição por recursos entre os perfilhos (MARTIN, 1987).

A época de emissão dos perfilhos é outro fator que determina a sobrevivência dos mesmos além de promover decréscimo no potencial produtivo de perfilhos. Dentre os componentes do rendimento, o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos são as características mais afetadas pela época de emissão, sendo que esta atua independentemente do material genético (FIOREZE; RODRIGUES, 2012b). Entretanto, o potencial de perfilhamento do genótipo deve ser lavado em consideração para o número de plantas na linha de cultivo, pois genótipos com baixo potencial de perfilhamento expressam maior efeito no rendimento de grãos em função do aumento da densidade de semeadura (VALÉRIO et al. 2013).

Diversos autores demonstraram que a dinâmica de emissão e sobrevivência de perfilhos em plantas da família *Poaceae* podem sofrer influências de diversos fatores, tais como densidade de semeadura (FIOREZE; RODRIGUES, 2014), adubação nitrogenada e época de aplicação de N em cobertura (SANGOI et al. 2010), condições ambientais (GARCÍA DEL MORAL; GARCÍA DEL MORAL, 1995), fatores genéticos (VALÉRIO et al. 2008), momento

da emissão (fator tempo) (FIOREZE; RODRIGUES, 2012) dentre outros. Entretanto, são escassas as informações sobre a magnitude da intensidade da influência dos fatores que atuam na emissão e sobrevivência de perfilhos de trigo.

Por tais expostos, objetivou-se neste estudo avaliar a magnitude da influência da densidade de semeadura, do potencial de perfilhamento e da ordem temporal de emissão de perfilhos, na emissão e sobrevivência de perfilhos de trigo e no desempenho de perfilhos individuais.

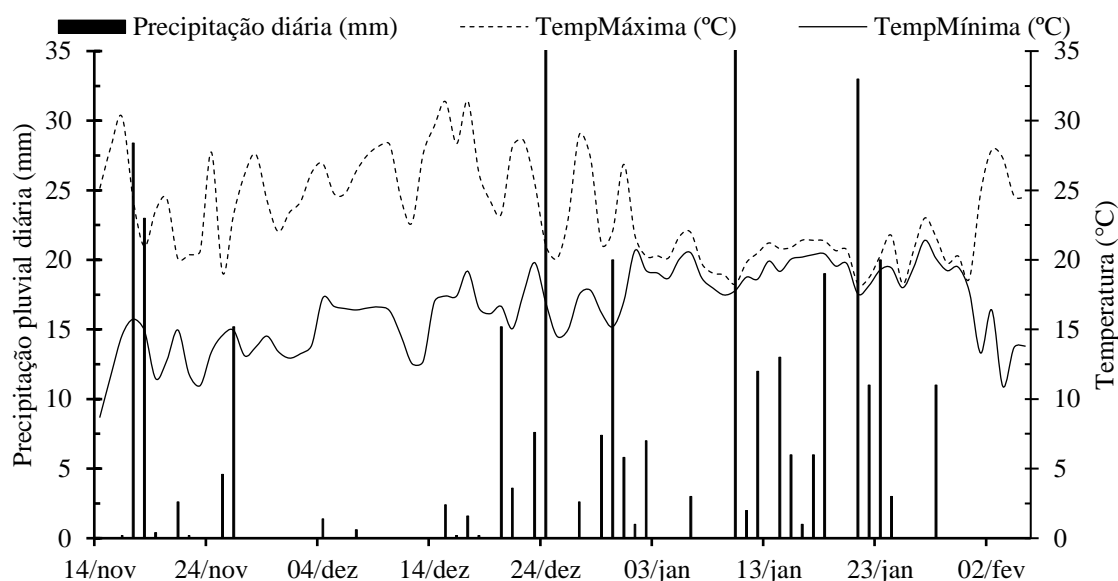
### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.4.1 Local do ensaio e adubações

O experimento foi conduzido na primavera/verão do ano agrícola 2017/2018 em canteiros experimentais, contendo solo, na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, município de Lages no estado de Santa Catarina, Brasil. O município está localizado no Planalto Sul de Santa Catarina, com altitude média de 930 m, latitude sul de 27°48'58" e longitude oeste de 50°19'34" com verões brandos, temperatura média de 15 °C com precipitação pluvial anual de 1500 mm (RADIN; REISSER JUNIOR; PANDOLFO, 2011). A Figura 1 apresenta os dados de temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento.

O solo utilizado é classificado como Cambissolo e a análise de solo apresentou os seguintes resultados: matéria orgânica 4 %; P 15,15 mg dm<sup>-3</sup>; K 195 mg dm<sup>-3</sup>; pH (H<sub>2</sub>O) 6,8; CTC 18,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. A correção de pH e adubação foram realizadas de acordo com as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (CQFS-RS/SC, 2016) para a cultura do trigo e triticale para uma expectativa de rendimento de grãos de 5 t ha<sup>-1</sup>.

Figura 1 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima desde a semeadura até a colheita de duas cultivares de trigo. Lages, SC, safra 2017.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018; Compilado a partir do relatório agroclimático EPAGRI/CIRAM, 2018.

### 3.4.2 Delineamento experimental e metodologia

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 com quatro repetições, considerando perfilhos como um terceiro fator. Foram avaliadas as cultivares TBIO Toruk (perfilhadora) e TBIO Sossego (pouco perfilhadora), lançadas em 2014 e 2016 respectivamente. A densidade de cultivo indicada pelo obtentor, para ambas, é de 300 a 350 plantas  $m^{-2}$ . Os dois genótipos foram submetidos a quatro densidades de semeadura (208; 312; 416 e 500 sementes aptas  $m^{-2}$ ). Previamente à semeadura, as sementes foram selecionadas obtendo-se os grãos maiores que 1,75 mm com auxílio de peneira granulométrica com crivos de 1,75 x 20 mm com intuito de maximizar a germinação e emergência para obter-se o estande adequado.

A semeadura foi realizada manualmente, no dia 14/11/2017, com o auxílio de gabaritos de 50 cm de comprimento (Figura 2a), os quais foram fabricados a partir dos valores de Densidade por  $m^2$  (DMQ), transformando-as em Distância Linear Entre Sementes (DLES) a partir da fórmula  $DLES = 50 / (\frac{DMQ}{10})$ , considerando um espaçamento entrelinhas de 20 cm. Desta forma obteve-se as DLES de 2,4 cm (subótima); 1,6 e 1,2 cm (ótima) e 1,0 cm (supraótima). As sementes foram acomodadas uma a uma nos orifícios dos gabaritos com auxílio de pinças, sendo estes colocados sobre a linha de cultivo no solo. Abriu-se o compartimento depositando as sementes nas linhas de cultivo (Figuras 2b e 2c) e cobriu-se com



solo peneirado em seguida, formando unidades experimentais de quatro linhas de 50 cm de comprimento com espaçamento entrelinhas de 20 cm e 50 cm entre parcelas (Figura 2d).

Após a emergência das plântulas, no estágio fenológico 19 (final do crescimento da plântula) da escala de Zadoks (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974), foram selecionadas aleatoriamente dez plantas das duas linhas centrais por unidade experimental com o auxílio de barbante colorido, totalizando 320 plantas avaliadas (Figura 2e). A partir do estágio fenológico 20 (início do perfilhamento) os perfilhos de cada planta selecionada foram identificados semanalmente, conforme a ordem temporal de emissão durante quatro semanas consecutivas, com o auxílio de esmaltes coloridos atribuindo uma cor para cada perfilho emitido (Figura 2f).

### **3.4.3 Manejo de plantas daninhas, insetos e doenças**

O controle de plantas daninhas pré-semeadura foi realizado a partir de capina manual com auxílio de enxadas e o controle pós-semeadura foi efetuado durante todo o ciclo da cultura a partir de identificação de plantas infestantes e respectiva erradicação manual. O controle de doenças foi realizado com base na visualização de plantas com os primeiros sintomas de doenças fúngicas foliares, nas quais foram realizadas aplicações sequencias de tebuconazole (Folicur<sup>®</sup> 0,75 L ha<sup>-1</sup>) e controle de insetos-praga foi realizado com aplicações sequenciais de imidacloprid + beta-ciflutrina (Connect<sup>®</sup> 0,5 L ha<sup>-1</sup>) nos dias 14/12/2017 e 03/01/2018.

### **3.4.4 Avaliações**

Ao final do ciclo da cultura foram colhidas separadamente as dez plantas avaliadas por unidade experimental e levadas ao laboratório. Cada perfilho identificado foi separado conforme a ordem de emissão dentro de cada unidade experimental e foram efetuadas as avaliações individuais por perfilho: altura, comprimento do pedúnculo, diâmetro de colmo, massa verde e presença de grãos. A emissão e sobrevivência foram avaliadas considerando respectivamente a presença e ausência do perfilho ao final do ciclo. Foram considerados perfilhos viáveis os com presença de grãos e inviáveis os com ausência de grãos.

### **3.4.5 Análise estatística**

Foram geradas as médias de emissão e sobrevivência e seus respectivos erros de todas as plantas avaliadas, semanas de avaliação, perfilho, cultivar e densidade, obtendo-se as taxas médias de decréscimo em porcentagem (TMD) a partir da fórmula  $TMD = \frac{\sum \text{Desvios}}{n}$ , sendo n o número de observações. Os dados referentes ao colmo principal (CP) e primeiro e segundo

perfilhos (P1 e P2) emitidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ) utilizando CP, P1 e P2 como fator, considerando-se estes como independentes dos demais fatores de variação pois ocorreu emissão e sobrevivência dos mesmos em todas as unidades experimentais. Quando detectadas variâncias significativas as médias do fator qualitativo foram submetidas a comparação pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Realizou-se análise de regressão para o fator quantitativo considerando 5% e 1% de probabilidade de significância para coeficiente angular.

Figura 2 – Metodologia de implantação e condução do experimento: gabaritos (a), acomodação de gabarito sobre a linha de cultivo (b), deposição de sementes na linha de cultivo (c), unidades experimentais (d), seleção de plantas após a emergência (e), identificação de perfilhos (f).



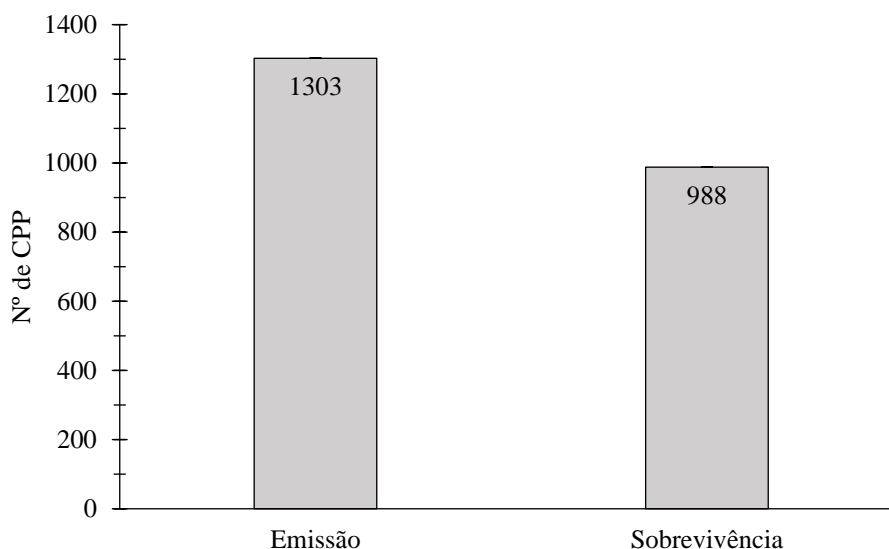
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.5 RESULTADOS

#### 3.5.1 Emissão, sobrevivência e presença de grãos

As 320 plantas observadas totalizaram uma emissão de 1303 CP + perfilhos (CPP) sendo que a sobrevivência totalizou 988 CPP determinando um índice de mortalidade de 24% (Figura 3). A média de emissão por planta que foi de 4,07 CPP, ou seja, 1303/320, e a sobrevivência de 3,08 CPP (988/320). Mas na opção, de 1303/288, (sendo 288 o produto entre quatro repetições, duas cultivares, quatro densidades e nove perfilhos observados) a média geral constatada gerou uma emissão de 4,52 CPP (1303/288) enquanto que a sobrevivência foi de 3,43 CPP (988/288).

Figura 3 - Emissão e sobrevivência de colmo principal + perfilhos (CPP) de 320 plantas de trigo na média de duas cultivares e quatro densidades de semeadura. Lages – SC, 2017.



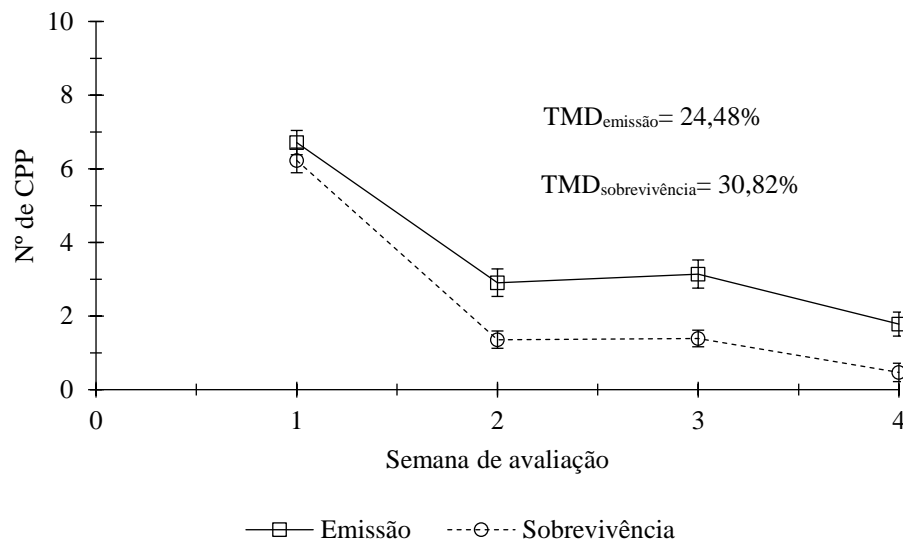
Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram observadas, entre todas as unidades experimentais, na primeira semana de avaliação a emissão de colmo principal (CP) mais três perfilhos (P1, P2, P3), seguido de dois novos perfilhos (P4, P5) na segunda semana, dois (P6, P7) na terceira semana e um perfilho (P8) na quarta semana, totalizando uma emissão máxima de oito perfilhos emitidos mais colmo principal observada em plantas na densidade de 208 sementes  $m^{-2}$ . Houve uma redução na emissão de perfilhos no decorrer das semanas havendo um acréscimo na emissão na terceira semana de avaliação em relação a segunda, demonstrando que embora a queda na emissão seja gradativa o intervalo de emissão é inferior a sete dias (Figura 4).

O decréscimo total foi de 73% na emissão e 92% na sobrevivência de perfilhos ao longo das quatro semanas com Taxa Média de Decréscimo (TMD) de 24,5% de emissão de perfilhos. As médias de emissão no decorrer das quatro semanas foram respectivamente 6,7; 2,9; 3,1 e 1,8 perfilhos incluindo os colmos principais na primeira semana, enquanto que a sobrevivência do decorrer das quatro semanas ficou com as respectivas médias de 6,2; 1,4; 1,4 e 0,5 (Figura 4). Estes valores conferiram um índice de mortalidade de apenas 8% para os três primeiros perfilhos emitidos incluindo o colmo principal enquanto que os perfilhos emitidos entre a segunda e terceira semana giraram em torno de 50%. Já os perfilhos emitidos na quarta semana obtiveram um índice de mortalidade de 74%. A redução na sobrevivência de perfilhos apontou uma TMD de 30,8% demonstrando que perfilhos emitidos tardiamente, de fato, contribuem menos para o número total de perfilhos ao final do ciclo.

Figura 4 - Emissão e sobrevivência na média de duas cultivares e quatro densidades de semeadura de colmo principal + perfilhos (CPP) de 10 plantas de trigo em função de quatro semanas. Lages – SC, 2017.



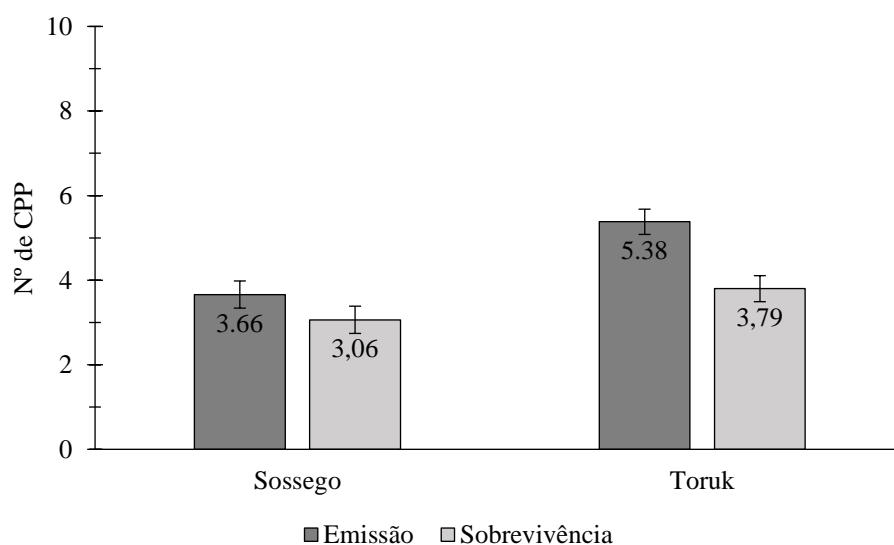
Barras de erro representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A cultivar Sossego apresentou uma emissão média geral de 3,7 CPP, enquanto que a cultivar Toruk apresentou média de 5,4 CPP, demonstrando ter maior potencial de perfilhamento, em torno de 30%, superior a Sossego. Contudo, a sobrevivência de Sossego foi de 3,1 CPP, o que representou uma mortalidade de 16%, já a cultivar Toruk, embora com maior potencial de perfilhamento apresentou uma mortalidade em torno de 30% culminando em uma

média de 3,8 CPP sobreviventes (Figura 5). Entretanto, ainda com a queda, a cultivar Toruk permaneceu ao final do ciclo com um número final de perfilhos cerca de 20% maior quando comparada a Sossego.

Figura 5 - Emissão e sobrevivência na média de quatro densidades de semeadura de colmo principal + perfilhos (CPP) de 10 plantas de trigo de duas cultivares de trigo. Lages – SC, 2017.

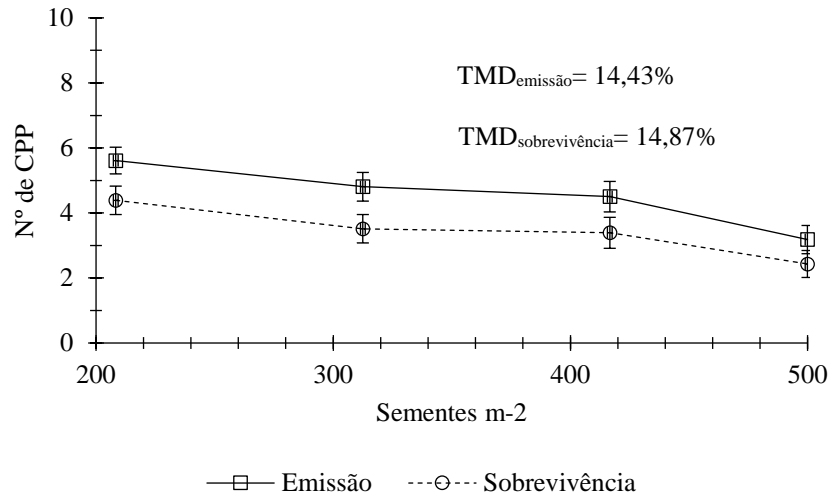


Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Foi observada uma relação inversa entre o aumento da densidade de semeadura e a emissão e sobrevivência de perfilhos. O aumento de 292 sementes  $m^{-2}$  promoveu uma redução de 43% na emissão e 44% na sobrevivência de perfilhos. A densidade de 208 sementes  $m^{-2}$  proporcionou uma média de emissão de 5,6 CPP, seguido de 4,8; 4,5; e 3,2, respectivamente para as densidades de 312; 416 e 500 sementes  $m^{-2}$ . O caráter decrescente apontou uma TMD de 14,4% na emissão de perfilhos com o aumento de plantas na linha de cultivo. A sobrevivência dos perfilhos apresentou o mesmo comportamento com médias de 4,4; 3,5; 3,4 e 2,4 CPP (Figura 6) conferindo uma TMD de 14,9% na sobrevivência de perfilhos em função do aumento da densidade de semeadura.

Figura 6 - Emissão e sobrevivência na média de duas cultivares de colmo principal + perfilhos (CPP) de 10 plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages – SC, 2017.

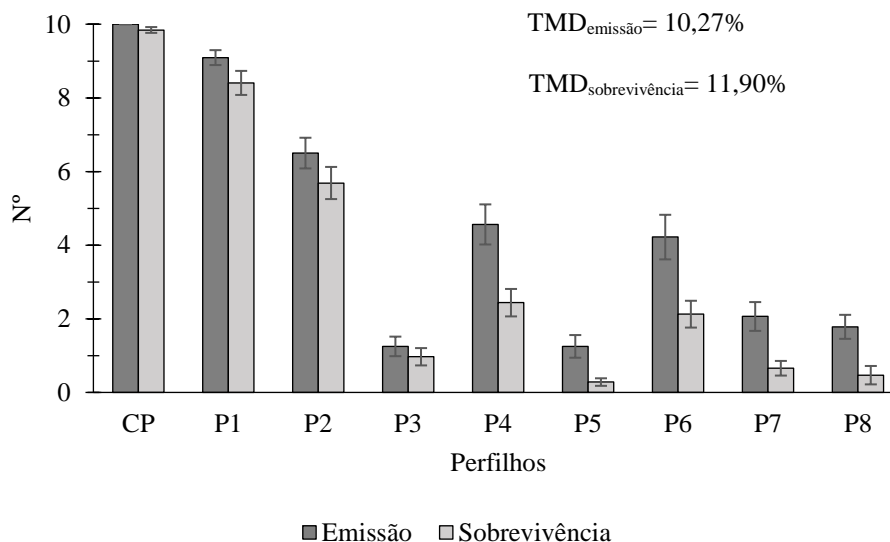


Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A ordem temporal de emissão dos perfilhos conferiu um comportamento decrescente para emissão e sobrevivência dos mesmos. A emissão e sobrevivência dos perfilhos individuais sofreu um decréscimo total de 82 e 95%, respectivamente. A emissão sofreu uma TMD de 10,3% enquanto que a sobrevivência apresentou uma TMD de 11,9% (Figura 7). Enquanto o colmo principal apresentou um índice de mortalidade de 1,5%, a mortalidade do oitavo perfilho emitido girou em torno de 73%, que representou uma média de apenas 0,5 perfilho por planta, no total das unidades experimentais. O colmo principal e os dois primeiros perfilhos emitidos foram os únicos que sobreviveram em todas as unidades experimentais, independente da densidade de semeadura imposta, o fez com que representassem 77% do total de perfilhos emitidos das 320 plantas.

Figura 7 - Emissão e sobrevivência média de colmo principal (CP), primeiro perfilho emitido (P1), segundo perfilho emitido (P2), ..., oitavo perfilho emitido (P8) de 10 plantas de trigo. Lages – SC, 2017.



Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A avaliação da presença de grãos nos colmos principais e perfilhos sobreviventes (Tabela 1) demonstrou que, embora haja mortalidade a partir de P4, os perfilhos sobreviventes emitidos na primeira semana foram responsáveis por 40% do total da presença de grãos ao final do ciclo, enquanto que os perfilhos emitidos na segunda semana são responsáveis apenas por 16% da presença de grãos total, o que está diretamente relacionado ao maior abortamento de perfilhos desta semana, que ficou em torno de 46%. A partir da terceira semana, além da mortalidade que ficou em 44%, houve a ausência de grãos em todos os P7 sobreviventes. Os 25% de P8 sobreviventes representaram menos de 3% do total da presença de grãos.



Tabela 1 - Presença e ausência de grãos em colmo principal e perfilhos conforme ordem de emissão de duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages – SC, 2017.

		Perfilhos								
		1ª semana			2ª semana		3ª semana		4ª semana	
		CP	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Cultivar	Sem m <sup>-2</sup>	Presença de grãos								
Sossego	208,3	P	P	P	P	P	P	P	A	A
	312,5	P	P	P	P	P	-	P	-	P
	416,6	P	P	P	-	P	-	-	-	A
	500	P	P	P	-	P	-	-	-	-
Toruk	208,3	P	P	P	P	P	P	P	A	P
	312,5	P	P	P	P	P	P	P	A	-
	416,6	P	P	P	P	P	P	P	A	-
	500	P	P	P	-	P	-	P	A	-

“P” presença de grãos; “A” ausência de grãos; “-” ausência de perfilho.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.5.2 Análise estatística de emissão, sobrevivência, caracteres morfométricos e massa de CP, P1 e P2.

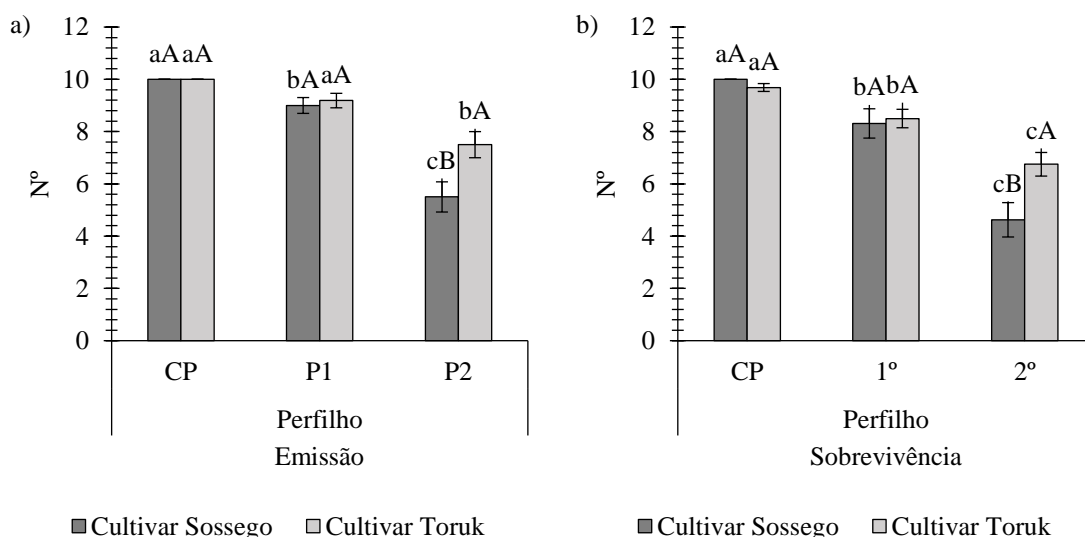
Houve efeito significativo de interação entre perfilho e cultivar e entre perfilho e densidade para a emissão e sobrevivência do colmo principal + 2 primeiros perfilhos, demonstrando que características atuam de maneira depende desses dois fatores (Tabela 2). Constatou-se que a emissão e sobrevivência de CP, P1 e P2 apresentam comportamento similar. Ambas as cultivares possuem uma queda gradativa na emissão e sobrevivência conforme a ordem de emissão dos perfilhos, entretanto a queda na emissão torna-se significativa desde o P1 para a cultivar Sossego, enquanto que para Toruk apenas a partir de P2, em que constatou-se uma emissão 26% acima de Sossego para este perfilho (Figura 8a). Já quanto à sobrevivência, embora apresente comportamento similar, para a cultivar Toruk a queda na torna-se significativa já no P1 (Figura 8b).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para emissão (EMI), sobrevivência de perfilhos (SOB), altura (ALT), comprimento do pedúnculo (PED), diâmetro de colmo (DC) e massa verde (MV) de colmo principal e dois primeiros perfilhos emitidos em duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Curitibaanos – SC, 2017.

F.V.	Quadrado médio					
	Emi	Sob	Alt	Ped	DC	MV
Bloco	2,03	2,18	45,7	4,56	0,09	2,37
Perfilho (P)	105,59	142,57	146,94*	3,1	0,41	80,17*
Cultivar (C)	12,76	10,66	7274,07*	926,53*	1,22	86,88*
Densidade (D)	18,95	27,62	74,04*	21,6*	0,62*	67,53*
P x C	9,76*	13,26*	14,91	0,22	0,12*	6,48
P x D	6,49*	8,61*	19,83	1,38	0,05	4,49
P x C x D	0,19	0,71	17,95	1,91	0,05	0,37
Erro	1,07	1,64	19,14	3,07	0,03	3,17
CV (%) =	12,15	16,06	8,27	18,87	7,72	27,01
Média geral:	8,53	7,97	52,89	9,28	2,36	6,6

\* e \*\*: significativo pelo teste F à 5 e 1%, respectivamente. F.V., fonte de variação; CV, coeficiente de variação. Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 8 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de duas cultivares de trigo, na média de quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.

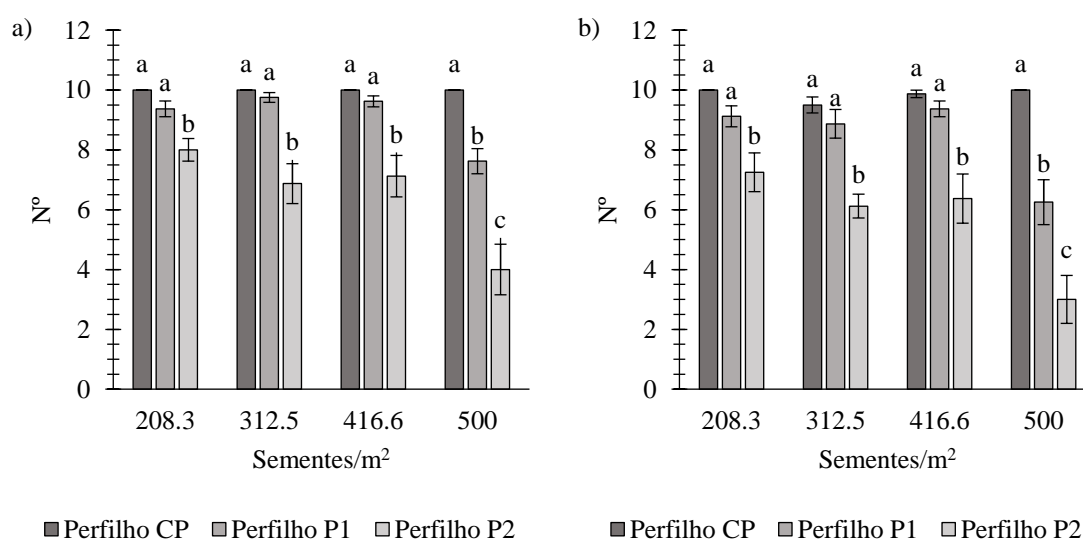


Médias seguidas da mesma letra minúscula entre perfilhos e maiúscula entre cultivares não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Barras verticais representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A interação perfilho x densidade demonstrou que CP e P1 apresentam estabilidade na sua emissão e sobrevivência em densidades até 416,6 sementes  $m^{-2}$  enquanto que P2 apresenta redução na emissão quando comparados aos emitidos anteriormente em todas as densidades agravando-se em densidades acima de 500 sementes  $m^{-2}$  (Figura 9a e 9b). A análise de regressão apontou que não há relação entre a emissão e sobrevivência do CP e o aumento da densidade, enquanto que a emissão de P1 e P2 possuem um comportamento de estímulo à emissão e sobrevivência nas densidades próximas do recomendado (312,5 e 416,6 sementes  $m^{-2}$ ), apontado pelo ajuste quadrático com coeficiente angular significativo (Figura 10a e 10b). O ponto de máxima ou a densidade ideal para a emissão para P1 e P2 ficou respectivamente em 293 e 230 sementes  $m^{-2}$ , enquanto que a sobrevivência para os mesmos perfilhos ficou em 293 e 265 sementes  $m^{-2}$ .

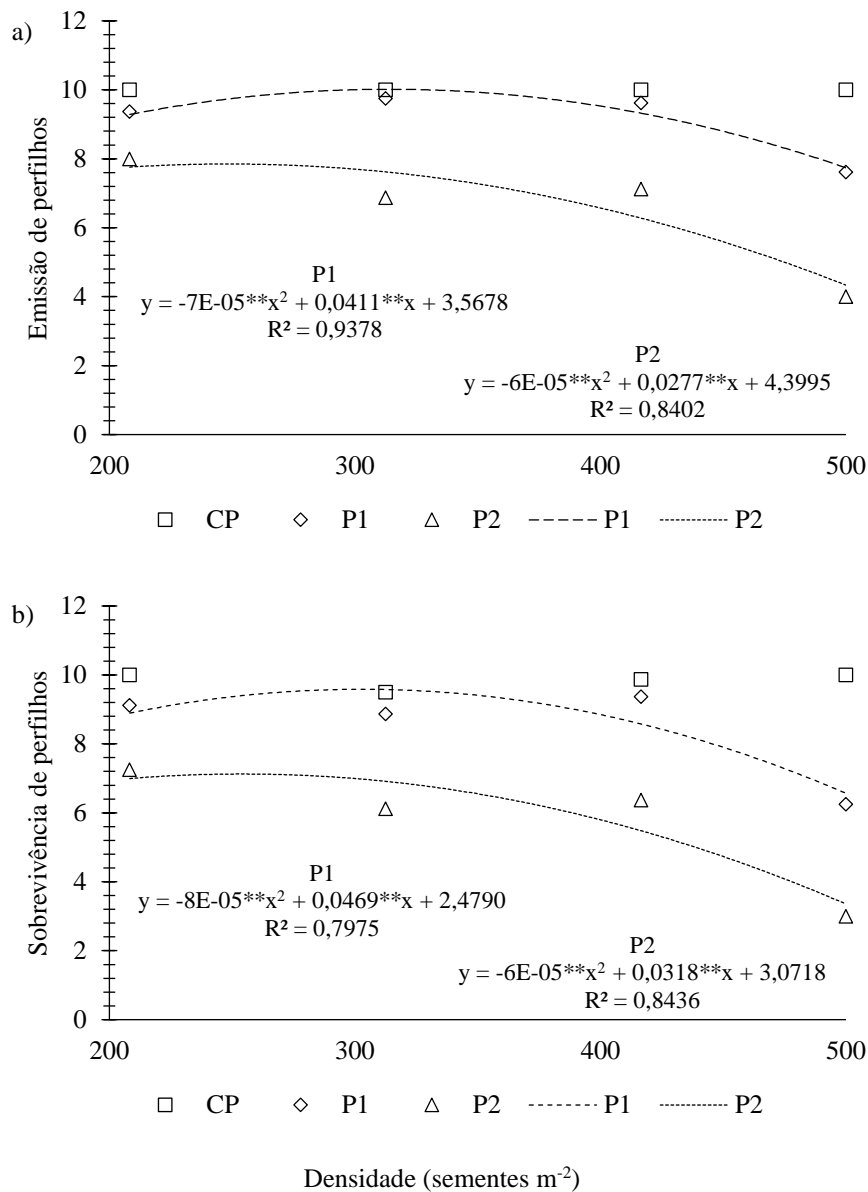
Figura 9 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) na média de duas cultivares de trigo em quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.



Médias seguidas da mesma letra entre perfilhos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 10 - Emissão (a) e sobrevivência (b) de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) na média de duas cultivares de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.

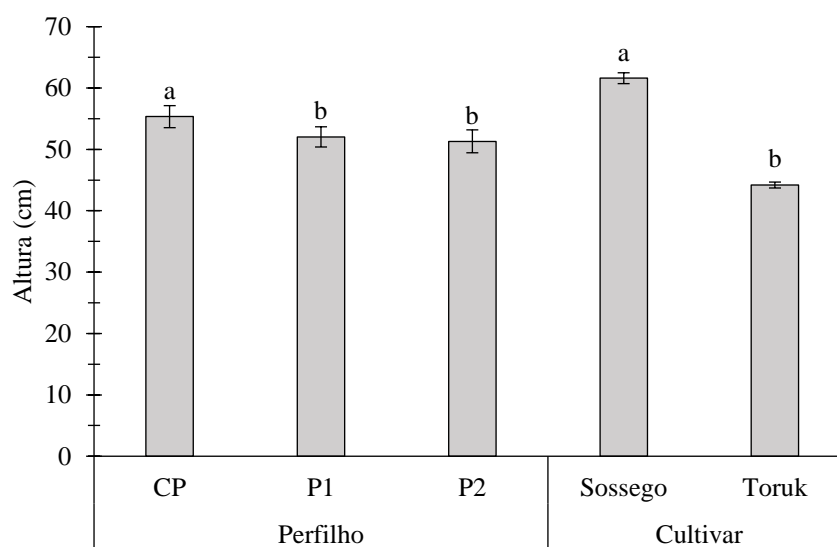


\*\*coeficiente angular significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A altura sofreu efeito significativo dos três fatores isoladamente (perfilho, cultivar e densidade). O colmo principal apresentou uma altura média de 52,3 cm, seguido de 52,0 e 51,3 cm respectivamente para P1 e P2 (Figura 11). A cultivar Sossego se destacou com uma altura média entre CP, P1 e P2 de 61,6 enquanto que Toruk obteve 44,2 cm (Figura 11).

Figura 11 - Altura média de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de trigo e altura na média de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017.

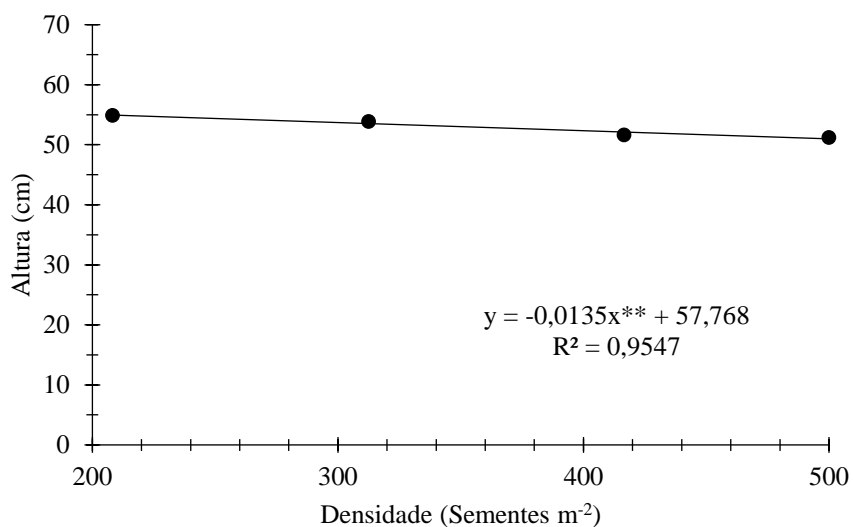


Médias seguidas da mesma letra entre perfilhos e entre cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Houve uma relação inversa entre o aumento da densidade de semeadura e a altura média de CP, P1 e P2. Constatou-se ajuste de regressão linear decrescente com coeficiente angular significativo (Figura 12). A maior altura foi observada na densidade de 208 sementes  $m^{-2}$  sendo 54,9 cm, com queda até 51,2 cm na densidade de 500 sementes  $m^{-2}$ , o que implicou em redução de aproximadamente 1,3 cm na altura para cada aumento de 100 sementes  $m^{-2}$ , independente da cultivar.

Figura 12 - Altura média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.

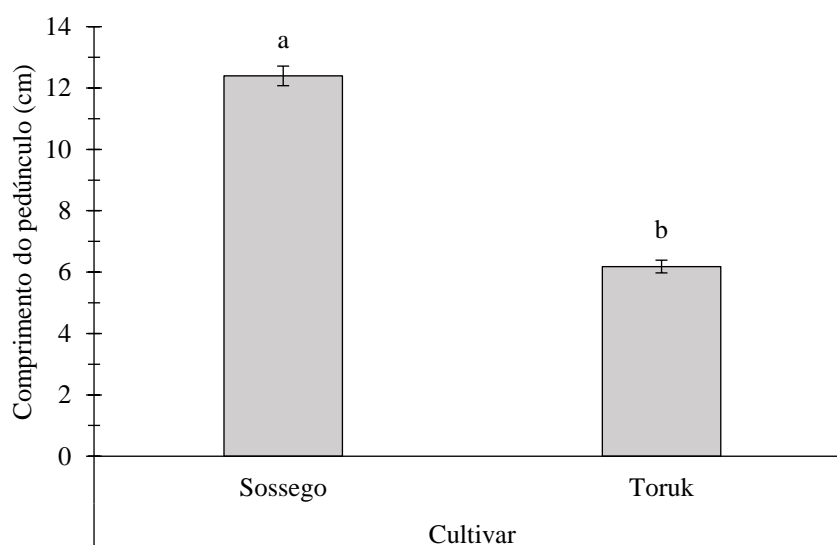


\*\*coeficiente angular significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

O comprimento de pedúnculo sofreu efeito dos fatores cultivar e densidade. A cultivar Sossego diferiu significativamente de Toruk apresentando média de 12,4 cm enquanto Toruk apenas 6,1 cm (Figura 13). Foi observado uma queda nesta característica com ajuste linear com coeficiente angular significativo em função do aumento da densidade de semeadura (Figura 14). Embora o coeficiente de determinação tenha sido baixo (47,4%), este fato sugere que há uma amplitude de variação maior entre os entrenós de CP, P1 e P2.

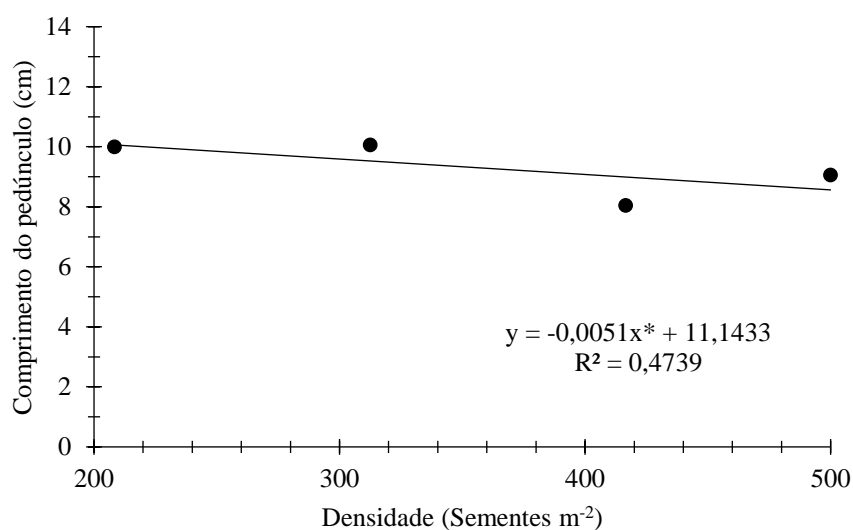
Figura 13 - Comprimento de pedúnculo de duas cultivares de trigo, na média de quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 14 - Comprimento de pedúnculo na média de colmo principal, primeiro e segundo perfilhos emitidos de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.

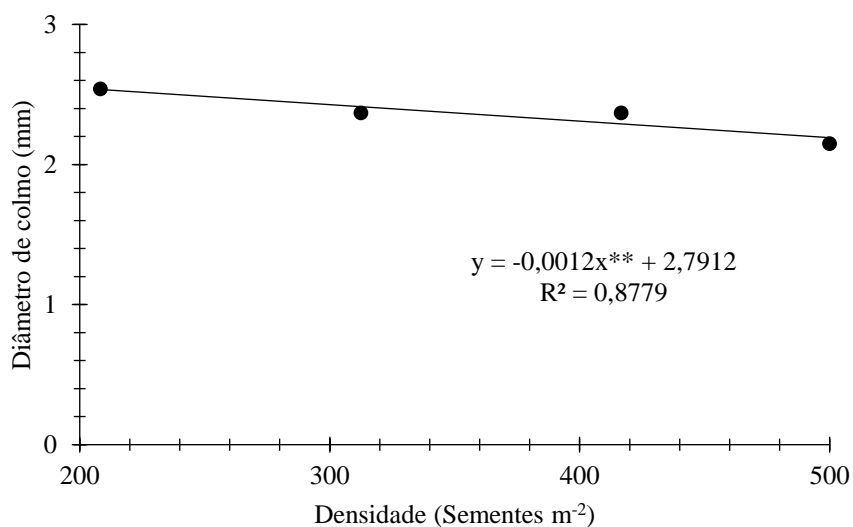


Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

O diâmetro de colmo foi dependente do fator densidade e da interação entre o perfilho e cultivar (Tabela 2). Foi constatado que o aumento da densidade de semeadura proporcionou

uma queda nesta característica com ajuste linear decrescente e coeficiente angular significativo a 1% de probabilidade. O maior diâmetro de colmo foi 2,54 mm na menor densidade com queda gradativa até 2,15 mm em 500 sementes  $m^{-2}$  (Figura 15).

Figura 15 - Diâmetro de colmo na média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages - SC, 2017.



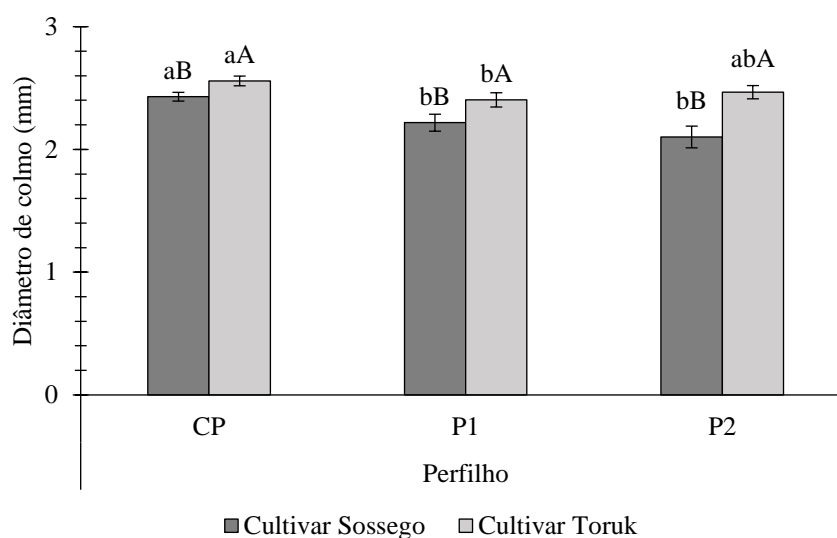
\*\* : significativo a 1%.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A interação perfilho x cultivar demonstrou que as cultivares diferem significativamente nos diâmetros de colmo de CP, P1 e P2, entretanto, enquanto que para Sossego a diminuição ocorreu a partir de P1, a cultivar Toruk apresentou uma queda em P1 e novamente um acréscimo do diâmetro de colmo em P2 (Figura 16).



Figura 16 - Diâmetro de colmo de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017.



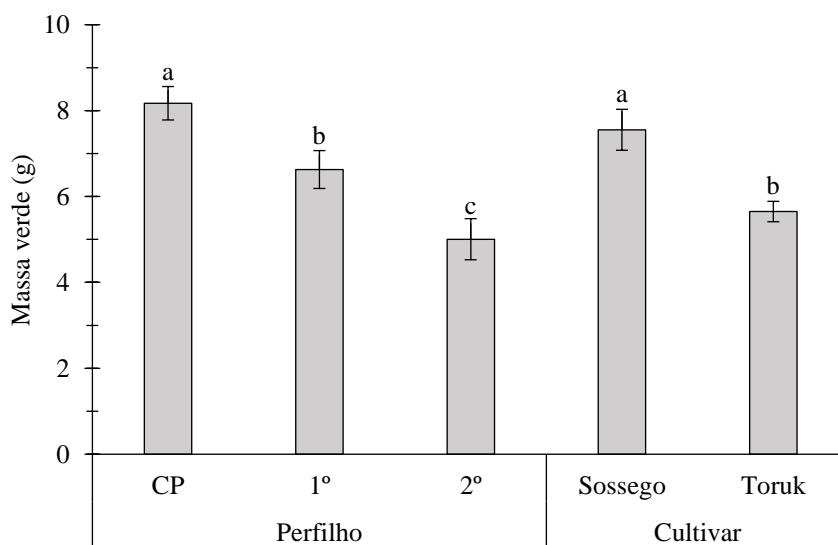
Médias seguidas da mesma letra minúscula entre perfílios e maiúscula entre cultivares não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A massa verde dos CP, P1 e P2 sofreu efeito individual de perfilho, cultivar e densidade (Tabela 2). Observou-se que houve uma queda gradativa conforme a emissão temporal dos perfílios sendo que CP apresentou uma massa média de 8,2 g, seguido de 6,6 e 5,0 g respectivamente para P1 e P2 (Figura 17). A cultivar Sossego se destacou significativamente apresentando na média 7,6 g de massa verde, enquanto que Toruk 5,6 g (Figura 17).

Foi reportado queda da massa verde conforme o aumento da densidade de semeadura com ajuste linear e coeficiente angular significativo e alto coeficiente de determinação (98,7%). Observou-se que a densidade de 208 sementes  $m^{-2}$  conferiu uma massa verde de 8,5 g na média de CP, P1 e P2, com queda gradativa até 4,6 g na densidade de 500 sementes  $m^{-2}$  (Figura 18) o que representa um decréscimo de 1,3 g colmo $^{-1}$  para cada 100 sementes adicionadas a mais por  $m^2$  de lavoura, independentemente de se avaliar o colmo principal ou P1 e P2.

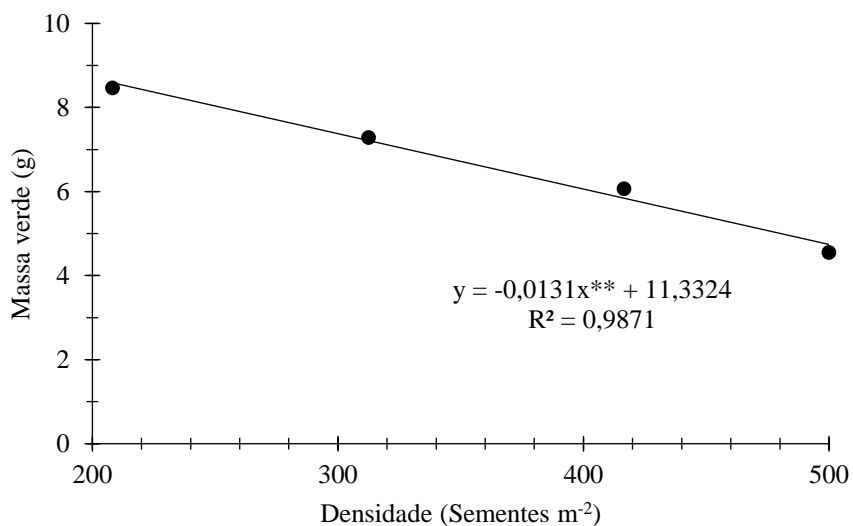
Figura 17 - Massa verde de colmo principal (CP), primeiro perfilho (P1) e segundo perfilho (P2) de trigo e altura na média de duas cultivares de trigo. Lages -SC, 2017.



Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 18 - Massa verde na média de colmo principal e primeiro e segundo perfilho emitido de plantas de trigo submetidas a quatro densidades de semeadura. Lages -SC, 2017.



\*\* : significativo a 1%.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

### 3.6 DISCUSSÃO

#### 3.6.1 Emissão, sobrevivência e presença de grãos

É notório que nem todos os perfilhos emitidos sobrevivem até o final do ciclo, o que foi evidenciado na emissão e sobrevivência total das plantas avaliadas, podendo reduzir o potencial produtivo da cultura. Wobeto (1994) relatou que é necessário um equilíbrio na taxa de crescimento entre perfilho e colmo principal para que a sobrevivência seja possível. Segundo Zekeriya (2002), esta assincronia fenológica induz os perfilhos a não produzirem grãos, o que de fato foi observado a partir do terceiro perfilho emitido. Sangoi et al. (2009) observou que, em milho, perfilhos podem ser considerados agentes de estresse devido ao fato de competirem por recursos com o colmo principal durante a fase vegetativa, o que os tornaria drenos de fotoassimilados que poderiam ser utilizados para os grãos produzidos pelo colmo principal. Entretanto, a ausência de grãos, conforme observado na Tabela 1, foi predominantemente dependente da ausência de perfilho, ou seja, da mortalidade, enquanto que perfilhos sobreviventes com ausência de grãos representaram apenas 9% do total da presença de grãos. Este fato evidenciaria que os perfilhos que sucumbiram poderiam ter se tornado fonte para os sobreviventes, o que demonstra que dentro da mesma espécie botânica o comportamento hierárquico de perfilhos é distinto em decorrência do melhoramento genético de cada cultura.

Para considerar-se um perfilho como dreno, este, por sua vez, deve sobreviver até o fim do ciclo e não produzir grãos como observado. Neste caso, constatou-se que este comportamento ocorreu apenas a partir do sétimo perfilho emitido, portanto há evidências para afirmar que até o sexto perfilho emitido pode atuar como fonte. Ainda nesta perspectiva, Fioreze; Rodrigues (2012b) também relataram que perfilhos emitidos tardiamente possuem baixo potencial produtivo devido a sua baixa viabilidade, o que corrobora com este estudo, observando-se que perfilhos emitidos a partir da terceira semana já apresentaram ausência de grãos. Entretanto, a transição fonte/dreno não é abrupta e pode ser lenta e gradual. Assim sendo, os perfilhos podem ser dreno-fonte-dreno de si mesmos mas em diferentes proporções a depender do momento que foi feita a avaliação.

Fioreze; Rodrigues (2012) apontam que a época de emissão do perfilho é determinante para sua sobrevivência, o que vai ao encontro do observado neste estudo. Evidenciou-se a queda de sobrevivência de 92% em função do avanço da semana de emissão e 95% quando comparados os extremos dos perfilhos individuais. Este mesmo autor evidencia que o maior vigor de perfilhos, que determina sua sobrevivência, deve estar relacionado ao menor gasto energético na produção de maior número de perfilhos, ou seja, menor potencial de perfilhamento resultaria em maior sobrevivência. Esta hipótese está intimamente associada aos

resultados obtidos neste estudo, onde foi constatado que a cultivar Sossego, que possui potencial de perfilhamento reduzido em comparação a Toruk; a Sossego apresentou sobrevivência mais elevada com índice de mortalidade de 16%, enquanto que Toruk aproximou-se de 30% de mortalidade. Ademais, as conclusões de Valério et al. (2013) também evidenciam este equilíbrio, onde relataram que cultivares com potencial de perfilhamento reduzido respondem positivamente no rendimento de grãos em função do aumento da densidade de semeadura.

A resposta da emissão de perfilhos entre cultivares de trigo possui elevada variabilidade em função de variações na densidade de semeadura (VALÉRIO et al., 2008). Entretanto, vale ressaltar que uma elevada emissão de perfilhos não assegura maiores produtividades, pois esta relação é dependente de diversos fatores bióticos ou abióticos. Visto que o comportamento de perfilhos individualizados observados neste estudo demonstrou que há uma queda evidente de desempenho relatado na presença de grãos conforme a ordem temporal de perfilhos. A queda na emissão e sobrevivência de perfilhos em torno de 44% em função do aumento da densidade de semeadura também foi observada por Fioreze; Rodrigues (2014), sendo que este comportamento é esperado, devido à competição entre plantas que se torna elevada com o aumento de plantas na linha de cultivo. Contudo, a dinâmica de abortamento de perfilhos pode variar sobretudo em condições de estresse ambiental (ELHANI et al., 2007).

### **3.6.2 Análise estatística de emissão, sobrevivência, caracteres morfométricos e massa de CP, P1 e P2.**

A análise estatística com base na interação perfilho x cultivar, reafirmou o proposto por Valério et al. (2013), onde observaram uma emissão de perfilhos similar entre as cultivares, entretanto com uma queda na sobrevivência para a cultivar com maior potencial de perfilhamento, neste caso Toruk. O condicionamento para a sobrevivência de um perfilho é que sua taxa de crescimento seja similar à do colmo principal (WOBETO, 1994). Neste contexto, os resultados observados na interação perfilho x densidade demonstram alta associação com este fato, pois constatou-se que nas densidades em que há um alongamento no período de perfilhamento (208 sementes m<sup>-2</sup>) a sobrevivência foi menor, enquanto que onde houve atraso (500 sementes m<sup>-2</sup>) também.

Sangoi et al. (2000) citam que sob condição de altas densidades populacionais há uma proeminência da ocorrência de dominância apical, o que por sua vez proporciona uma tendência em plantas estiolarem devido a alterações em sua arquitetura em busca de maior incidência de radiação solar. O comportamento neste estudo contradiz este fato, onde observou-se maiores

alturas nas densidades onde havia menor número de plantas na linha de cultivo. Portanto há evidências para se concluir que este fato possa estar relacionado à uma maior concentração de metabólitos de maneira geral devido a uma menor competição entre plantas, além de na média geral das densidades estar incluso as plantas de Toruk que tiveram um maior abortamento de perfilhos que podem ter contribuído como fonte translocando mais fotoassimilados para o CP, P1 e P2. Este mesmo comportamento pode ser estendido ao diâmetro de colmo, demonstrando ser reflexo da competição entre plantas. O pedúnculo é a estrutura que mais contribuí para o crescimento da altura (ESPÍNDULA et al., 2010), o que de fato corrobora com os resultados obtidos onde observou-se o mesmo comportamento entre cultivar e decrescente em função do aumento populacional.

O rendimento de uma cultura é dependente do seu crescimento e distribuição da matéria seca e fresca entre os órgãos da planta, e o transporte de metabólitos que são governados por um sistema fonte-dreno estão associados a uma maior produção de massa (DUARTE; PEIL, 2010). Neste contexto, o aumento populacional pode ocasionar uma taxa reduzida de emissão de perfilhos (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001), o que também foi observado neste estudo, reflexo da competição entre plantas. Fioreze; Rodrigues (2014), atribuíram a redução da matéria seca de perfilhos em função do aumento densidade a este fato, visto que menor número de perfilhos resultariam em menor matéria seca. Contudo, o comportamento decrescente da massa verde dos perfilhos observado neste estudo, está relacionado ao menor porte em virtude da ordem temporal de emissão, reportado pelos caracteres morfométricos altura e comprimento do pedúnculo, além do fato de que CP, P1 e P2 apresentaram médias muito próximas de sobrevivência dentro das densidades, o que reafirma a relevância da época de emissão dos perfilhos inclusive para a massa dos mesmos.

### 3.7 CONCLUSÃO

A época de emissão do perfilho é o fator que mais intensifica a mortalidade de perfilhos, seguido do aumento da densidade de semeadura e do potencial de perfilhamento intrínseco da cultivar, sendo que perfilhos emitidos tardiamente possuem altos índices de mortalidade.

A época de emissão é o fator que mais afeta o desempenho de perfilhos de trigo e a ausência de grãos nos mesmos, sendo que perfilhos tardios apresentam maior ausência de grãos, contudo esta ausência está mais associada à mortalidade de perfilhos do que à presença de perfilhos inviáveis.



## 4 PERFORMANCE AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURAS

### 4.1 RESUMO

A densidade de sementeira é uma das técnicas de manejo que mais influenciam o comportamento da cultura do trigo no campo. Esta prática de manejo pode afetar o comportamento produtivo através de mudanças na emissão de perfilhos além de interferir na arquitetura de plantas influenciando a captação de radiação solar pelo dossel, os componentes de produção e o rendimento de grãos. Objetivou-se neste trabalho avaliar desempenho agronômico de duas cultivares de trigo sob influência de quatro densidades de sementeira. O experimento foi realizado em condições de campo, entre os meses de julho a novembro de 2017. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo de parcela subdivididas com cinco repetições. Os fatores foram constituídos de duas cultivares de trigo na parcela (TBIO Sossego e TBIO Toruk), submetidas a quatro densidades de sementeira nas subparcelas (208; 312; 416 e 500 sementes aptas m<sup>-2</sup>). Foram avaliados caracteres morfométricos, medidas com sensores ópticos, componentes de produção e rendimento de grãos. Dentre os caracteres avaliados, apenas o diâmetro de colmo foi afetado pela densidade de sementeira. O maior comprimento de pedúnculo, altura de planta e comprimento da folha bandeira foram observados na cultivar Sossego, enquanto que o maior diâmetro de colmo foi observado na cultivar Toruk. O teor relativo de clorofila, NDVI e rendimento de grãos foram maiores na cultivar Sossego. A cultivar Sossego apresentou desempenho agronômico superior a Toruk superando o rendimento de grãos em 673 kg ha<sup>-1</sup>. Densidades de sementeira abaixo do recomendado acarretam em decréscimo no desempenho produtivo de trigo e em condições de limitação pluviométrica, potencial genético de perfilhamento reduzido e densidades de sementeira acima do recomendado são mais eficientes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*. Perfilhamento. Manejo de lavoura.

### 4.2 ABSTRACT

The sowing density is the main management techniques that most influence the behavior of wheat in the field. This management practice can affect the productive behavior through changes in the emission of tillers, besides interfering in the architecture of plants, influencing the canopy solar radiation, grain yield and its components. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of two wheat cultivars under the influence of four sowing densities. The experiment was carried out at field conditions, from July to November, 2017. The experimental design was in randomized blocks in split plot arrangement with five replicates. The mains plot were two wheat cultivars (TBIO Sossego and TBIO Toruk), and split plot were four sowing densities (208, 312, 416 and 500 suitable seeds m<sup>-2</sup>). Morphometric traits measured were: use of optical sensors, peduncle length, stem diameter, grain yield and its components. Among evaluated characters, only the stem diameter was affected by sowing density. The highest plant height, peduncle length and flag leaf length length were observed in Sossego cultivar, while the highest stem diameter was observed in Toruk. The relative chlorophyll content, NDVI and grain yield were highest in the Sossego. The cultivar Sossego showed higher grain yield than cultivar Toruk (673 kg ha<sup>-1</sup>). Suboptimal seeding densities negatively affect the productive performance of wheat and under lowest rainfall conditions associated with genetic low tiller number, the use of higher sowing densities are most efficient leading to higher grain yield performance.

**Key words:** *Triticum aestivum*; tillering; crop management.

### 4.3 INTRODUÇÃO

A maximização do potencial produtivo do trigo tem sido de fundamental importância para o Brasil sob o ponto de vista da autossuficiência em sua produção de grãos (SILVEIRA et al., 2009). O país é o quarto consumidor do cereal no mundo com um consumo per capita de 53 kg ano<sup>-1</sup>, entretanto a produção de grãos brasileira gira em torno de 6 milhões de toneladas de grãos, mas estes valores não são suficientes para a demanda nacional. Grande parte do consumo total do país é importado classificando o país como segundo maior importador de trigo e seus derivados no ano de 2012, com média anual de importação na década de 2005 de 6 milhões de toneladas (FAO, 2018).

O potencial produtivo do trigo é uma característica comandada por mecanismos complexos e de caráter quantitativo, pois as interferências fisiológicas diretas e indiretas acionadas pela expressão gênica que afetam o rendimento de grãos final são comandadas por vários genes de pequeno efeito individual (KRUGER et al., 2011). Valério et al. (2013) ainda conclui que, além do efeito gênico, os componentes do rendimento podem responder de maneiras diferentes a diferentes condições ambientais. Neste contexto, um maior aproveitamento da área agrícola e condições de campo são estratégias que visam o aumento da produtividade, de forma que a interação de genótipos de trigo com diferentes situações de ambiente e de manejo deve ser benéfica (SILVEIRA, 2009).

Entre as técnicas de manejo que mais influenciam o comportamento da cultura em campo está a densidade de semeadura, influenciando diretamente na emissão e a efetividade de perfilhos, porém o potencial de perfilhamento está associado a fatores de ambiente e ao potencial dos genótipos de trigo em emitir perfilhos (VALÉRIO et al., 2013). Há grande diversidade no padrão de perfilhamento de genótipos o que dificulta a escolha da densidade de semeadura adequada para cada cultivar. Ademais, este caráter poderá influenciar diretamente nos componentes do rendimento. Desta forma, é fundamental o conhecimento acerca do efeito compensatório entre os componentes do rendimento em função do perfilhamento do trigo para recomendações técnicas de manejo visando aproximar o rendimento potencial do potencial de rendimento de cada cultivar (VALÉRIO et al., 2008). Via de regra, a baixa produtividade nas lavouras de trigo brasileiras está associada a uma pequena participação de perfilhos férteis na produção final de grãos (MUNDSTOCK, 1999).

Atualmente, para a Microrregião 1 (fria e úmida) no sul do Brasil, a densidade de semeadura varia de 250 a 400 sementes aptas por metro quadrado, considerando o ciclo das cultivares, cultivos voltados à duplo propósito (pastejo e colheita de grãos) e a época de



semeadura. Todavia, esta indicação técnica da CBPT (Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2017) não leva em consideração os diferentes comportamentos de perfilhamento (emissão e sobrevivência de perfilhos) e dos componentes do rendimento de cada cultivar além dos diferentes ambientes de cultivo, revelando uma carência de informações para recomendações técnicas mais precisas.

No Brasil, um dos requisitos para uma cultivar ter sua inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC) é a comprovação do seu valor de cultivo e uso mediante realização de ensaios conduzidos de acordo com critérios pré-estabelecidos. Segundo o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000) o Valor de Cultivo e Uso refere-se ao valor intrínseco de combinação das características agronômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e/ou de consumo. Desta forma dados de rendimento de grãos, comportamento frente a pragas e doenças, regiões de adaptação e outros fatores que indiquem importância para o mercado devem ser registrados.

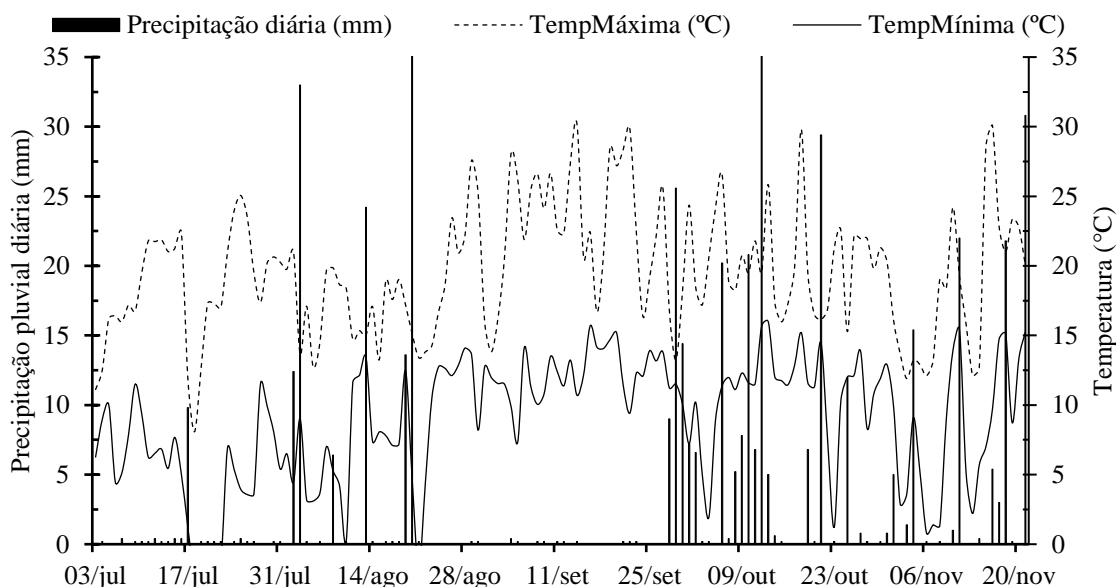
Assim sendo, as novas cultivares lançadas se caracterizam por apresentarem diferentes comportamentos em suas regiões tritícolas, não havendo clareza nas decisões de manejo mais adequado para cada cultivar no tocante a densidade de semeadura associada a efetividade dos perfilhos. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho agrônomo de duas cultivares de trigo de domínio do mercado privado e de lançamento recente, sob influência de densidades de semeadura subótimas, ótimas e supraótimas e suas relações quanto à emissão e efetividade dos perfilhos.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.4.1 Local do ensaio

O experimento foi conduzido entre os meses de julho e novembro de 2017 na área experimental agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, município de Curitibanos no estado de Santa Catarina, Brasil. O município está localizado entre as coordenadas geográficas de 27°16'44" de latitude Sul e 50°34'57" de longitude, com altitude média de 987 m, temperatura média anual de 16,5 °C e precipitação pluvial anual em torno de 1500 mm (RADIN; REISSER JUNIOR; PANDOLFO, 2011). O solo é classificado como Cambissolo Háplico típico de textura argilosa (550g kg<sup>-1</sup> de argila). A Figura 19 apresenta os dados de temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento.

Figura 19 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima desde a semeadura até a colheita de duas cultivares de trigo. Curitibanos, SC, safra 2017.



Compilado do relatório agroclimático EPAGRI/CIRAM, 2018.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

#### 4.4.2 Delineamento experimental e adubações

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições. Na parcela principal foram avaliadas as cultivares TBIO Toruk e TBIO Sossego, lançadas em 2014 e 2016 respectivamente. A densidade de cultivo indicada pelo obtentor, para ambas, de é 300 a 330 plantas  $m^{-2}$ , respectivamente. Os dois genótipos foram submetidos a quatro densidades de semeadura nas subparcelas (208; 312; 416 e 500 sementes aptas  $m^{-2}$ ). Previamente a semeadura foi realizado o teste de germinação, em laboratório, nas duas cultivares para obtenção da percentagem de germinação visando o ajuste do número de sementes para cada densidade de plantas. Antes da implantação do experimento foi realizada uma amostragem da camada de 0-20 cm do solo e a análise de solo apresentou o seguintes resultados: matéria orgânica 3,3%; P 13,1  $mg\ dm^{-3}$ ; K 74  $mg\ dm^{-3}$ ; pH ( $H_2O$ ) 6,7; CTC 20,5  $cmol_c\ dm^{-3}$ . A correção de pH e adubação foram realizadas de acordo com as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (CQFS-RS/SC, 2016) para a cultura do trigo para uma expectativa de rendimento de grãos de 5  $t\ ha^{-1}$ .

A semeadura foi realizada no dia 03/07/2017 com auxílio de semeadora de parcelas (Embrapa-Semeato, modelo Sêmima) em Sistema de Plantio Direto (SPD). Cada unidade experimental foi composta por 5 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,2 metros entre si e 0,5 metros entre parcelas. A área útil de cada parcela experimental foi composta por 4

metros lineares das três fileiras centrais de cada parcela excetuando-se as duas externas e 0,5 m da extremidade de cada fileira.

#### **4.4.3 Manejo de plantas daninhas, insetos e doenças**

O controle de plantas daninhas foi realizado com 10 dias antecedência da implantação do experimento por meio da aplicação do glifosato (Roundup® 3 L ha<sup>-1</sup>) e aplicação logo após semeadura de paraquat (Gramoxone® 1,5 L ha<sup>-1</sup>). O controle pós-emergência foi realizado com aplicações de iodosulfuron metílico (Hussar® 100 g ha<sup>-1</sup>) no dia 28/08/2017 quando as plantas daninhas apresentavam de 2-4 folhas e clodinafope-propargil (Topik® 0,2 L ha<sup>-1</sup>) no dia 04/09/2017 quando as plantas daninhas apresentavam de 1-2 perfilhos. Todos os herbicidas foram aplicados sequencialmente e na dose recomendada para a cultura do trigo e para as plantas daninhas e seus respectivos desenvolvimentos.

O controle de doenças foi realizado com base na visualização de plantas com os primeiros sintomas de doenças fúngicas foliares com a aplicações sequencias de propiconazol (Tilt® 0,5 L ha<sup>-1</sup>) no dia 04/09/2017 e tebuconazole (Folicur® 0,75 L ha<sup>-1</sup>) no dia 03/10/2017. O controle de insetos-praga foi realizado com aplicações sequenciais de imidacloprid + beta-ciflutrina (Connect® 0,5 L ha<sup>-1</sup>) nos dias 28/08/2017 e 03/10/2017.

#### **4.4.4 Avaliações**

O teor relativo de clorofila (TRC) e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foram obtidos ainda a campo no estágio fenológico 59 (final do espigamento) da escala de Zadoks (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974) através da leitura no limbo foliar da folha bandeira e folha -1 de dez plantas aleatórias por unidade experimental com o medidor portátil de clorofila (Falker modelo Clorofilog CFL 1030) e o NDVI com o sensor portátil (PlantPen NDVI-300). O comprimento de pedúnculo (PED), a altura de plantas (AP), o comprimento da folha bandeira (CFB), o diâmetro de colmo (DC), o número de grãos por espiga (NGE), o número de espiguetas por espiga (NEE), o número de grãos por espiguetas (NGEE) foram quantificados a partir da colheita prévia de 30 cm de uma das fileiras da área útil de cada unidade experimental. Desta amostra foram separadas aleatoriamente uma subamostra de 15 colmos, entre estes colmos e perfilhos, medindo-se com auxílio de régua graduada os CP, ALT e CFB, o DC com um paquímetro e aferiu-se o número de espiguetas totais de 15 colmos. Por fim, obteve-se a partir da debulha manual o Número de Grãos Totais de 15 colmos (NGT15). Os caracteres morfométricos e o NEE foram obtidos a partir da média das 15 hastes. O NGE e

o NGEE foram obtidos a partir das relações  $NGE = \frac{NGT15}{15}$  e  $NGEE = \frac{NGE}{NEE}$ . A colheita da área útil foi realizada de forma manual no dia 21/11/2017. Após a colheita, a partir da amostra da área útil obteve-se o índice de colheita o qual refere-se a fração da Massa Seca dos Grãos (MSG) em relação à Massa Seca Total (MST); logo  $IC = \frac{MSG}{MST} \times 100$ ; e foram determinados o peso do hectolitro (PH) em balança Dalla Molle com os resultados expressos em kg hL<sup>-1</sup>, a determinação da média de 8 x 100 grãos (MMG) realizada conforme o método descrito nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o percentual de grãos maiores que 1,75 mm (G>1,75) com auxílio de peneira granulométrica com crivos de 1,75 x 20 mm, para cada unidade experimental.

O rendimento de grãos foi obtido pela colheita da área útil de cada unidade experimental via trilha de todas as plantas. O rendimento foi estimado em kg ha<sup>-1</sup>, corrigido na umidade padrão de 13%. A massa corrigida foi obtida a partir da seguinte equação: produção de cada parcela \* [(100 – UR)/(100 – 13)], sendo UR, a umidade real dos grãos no momento da colheita e 13 o valor de umidade padrão (UP) de 13%. Esta umidade real foi obtida pela secagem dos grãos úmidos em estufa a 65 °C até obtenção de massa constante, partindo de uma massa inicial úmida de 100g de grãos livres de impurezas. Para calcular o teor de umidade expresso em base úmida utilizou-se a seguinte equação:  $U\% = [100 * (MU - MS)/MU]$ , sendo MU = massa úmida dos grãos, MS= massa seca dos grãos.

#### 4.4.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (p<0,05 e p<0,01). Quando detectadas variâncias significativas as médias do fator qualitativo foram submetidas a comparação pelo teste Tukey (p<0,05) de probabilidade. Realizou-se análise de regressão para o fator quantitativo e realizou-se um estudo de correlação de Pearson entre todas as variáveis na média geral de todas as unidades experimentais e dentro de cada densidade de semeadura.

### 4.5 RESULTADOS

#### 4.5.1 Avaliações morfométricas e fisiológicas

Houve efeito significativo das cultivares para as variáveis morfométricas (Tabela 3). Os maiores valores de comprimento de pedúnculo, de altura de plantas e de comprimento da folha bandeira foram observados na cultivar Sossego, enquanto que o maior diâmetro de colmo foi observado na cultivar Toruk.

A cultivar Sossego apresentou maior comprimento médio de pedúnculo de 29,11 cm em comparação a cultivar Toruk que apresentou um comprimento de 20,28 cm (Figura 20a).

Quando confrontadas as médias das densidades de semeadura para esta mesma variável dependente, a variação entre os extremos chegou apenas a 0,6 cm, o que gerou um coeficiente angular não significativo para este fator, corroborando com a baixa variância (Tabela 3), demonstrando que a densidade populacional pouco influenciou no comprimento do pedúnculo das plantas. A altura de plantas da cultivar Sossego foi 19,75 cm maior que Toruk e o comprimento de folha bandeira de Sossego superou Toruk em 2,83 cm (Figura 20b).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) para comprimento de pedúnculo (PED), altura de planta (AP), comprimento da folha bandeira (CFB), diâmetro de colmo (DC), teor relativo de clorofila (TRC) e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Curitiba – SC, 2017.

F.V.	Quadrado médio					
	PED	AP	CFB	DC	TRC	NDVI
Bloco	3.48	24.55	2.68	0.01	35.96	0.58*
Cultivar (C)	779.45**	3901.41**	80.56**	0.15*	365.23**	0.65*
Erro 1	2.42	3.50	2.25	0.01	17.62	0.06
Densidade (D)	0.80	7.70	1.55	0.05	12.29	0.32
C × D	1.71	5.30	0.70	0.02	20.37	0.20
Erro 2	3.78	19.29	2.48	0.02	12.06	0.25
CV (%) <sup>1</sup>	6.31	2.69	9.56	4.71	8.53	3.71
CV (%) <sup>2</sup>	7.88	6.31	10.02	5.28	7.05	7.02
Média geral	24.69	69.56	15.71	2.97	49.23	7.13

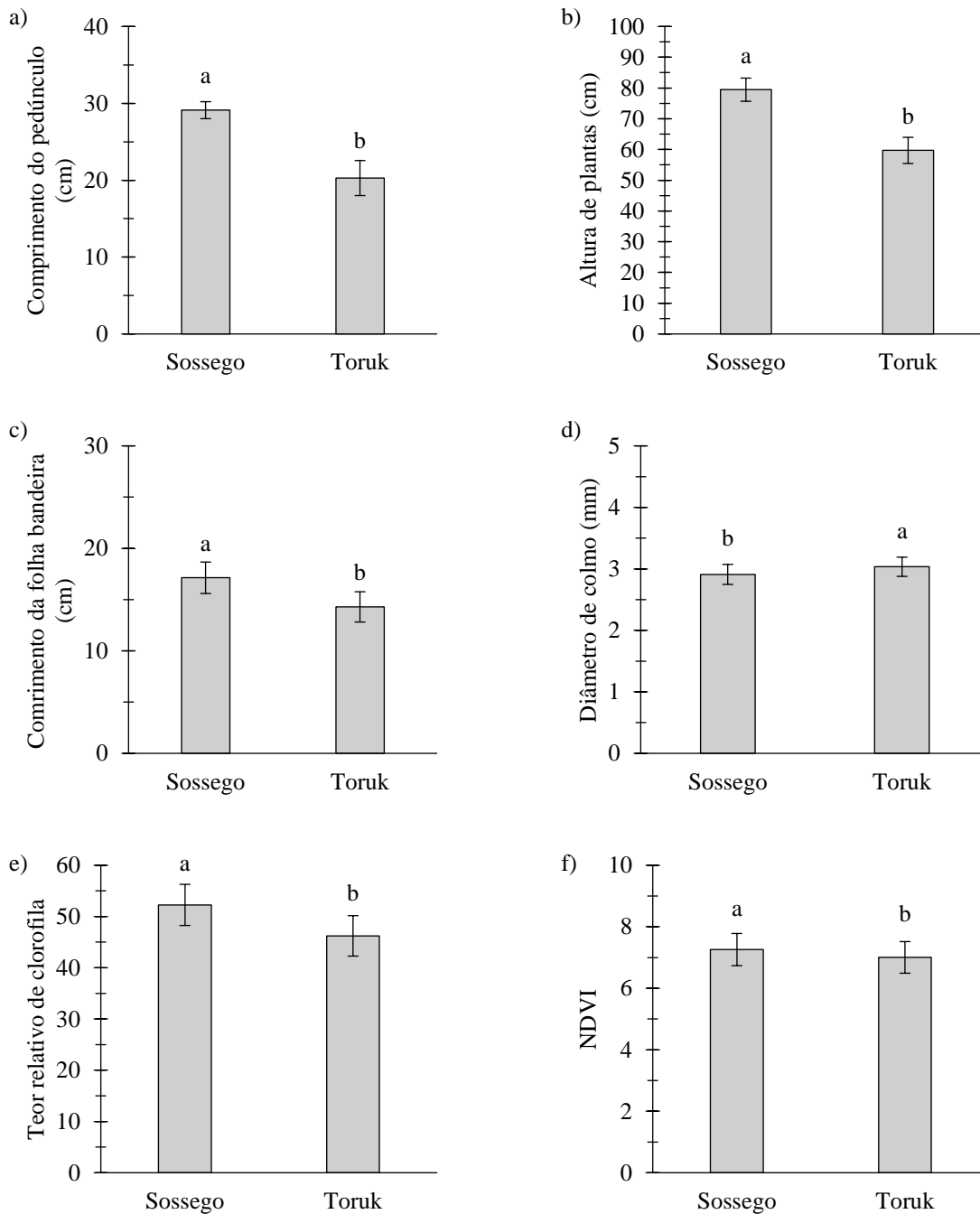
\* e \*\*: significativo pelo teste F à 5 e 1%, respectivamente; F.V., fontes de variação; <sup>1</sup> coeficiente de variação para parcela; <sup>2</sup> Coeficiente de variação para subparcela.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

O teor relativo de clorofila (TRC) e o NDVI foram afetados apenas pelo fator cultivar (Tabela 3). A cultivar Sossego apresentou TRC em torno de 12% a mais do que a cultivar Toruk no momento da leitura (Figura 20e), enquanto que a cultivar Sossego apresentou 0,25 unidades de NDVI a mais na média de suas unidades experimentais (Figura 20f).

No caso do diâmetro de colmo, a cultivar Toruk obteve na média de suas unidades experimentais 3,03 mm enquanto que a cultivar Sossego obteve uma média de 2,90 mm (Figura 20d). O fator densidade de semeadura afetou o diâmetro de colmo. Observou-se que a média das unidades experimentais nas densidades de semeadura apresentou ajustamento para função quadrática com parâmetros significativos (Figura 21). O maior diâmetro de colmo foi observado na densidade subótima, apresentando um comportamento de queda até valores de densidade de semeadura próximas da densidade ótima, onde observa-se um comportamento crescente a partir desta.

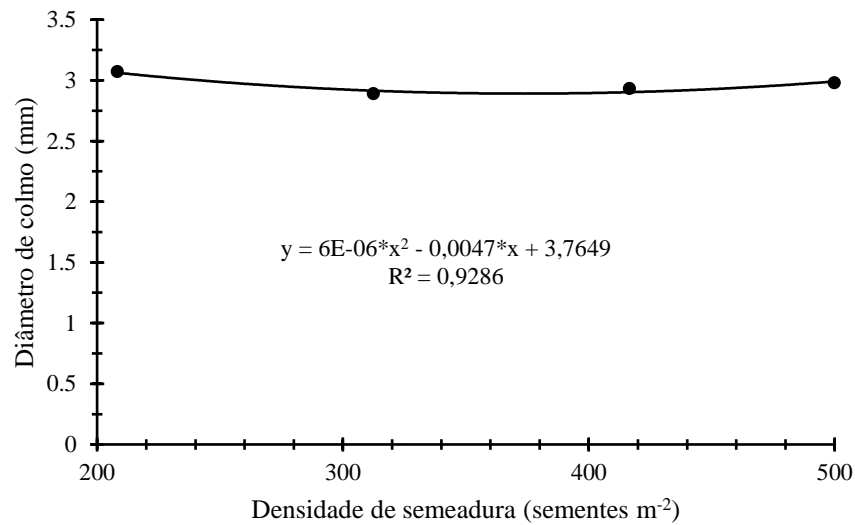
Figura 20 – Comprimento de pedúnculo (a), altura de plantas (b), comprimento de folha bandeira (c), diâmetro de colmo (d), teor relativo de clorofila (e), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada NDVI (f), rendimento de grãos e peso do hectolitro de duas cultivares de trigo. Curitibaanos, Santa Catarina, 2017. Barras de erro representam o desvio padrão.



Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Figura 21 - Diâmetro de colmo na média de duas cultivares de trigo; “Toruk” e “Sossego” em função da densidade de semeadura. Curitiba, Santa Catarina, 2017.



\* significativo a 10% de significância.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

#### 4.5.2 Avaliações produtivas e qualitativas dos grãos

Os componentes do rendimento, o índice de colheita e os grãos maiores que 1,75 mm não sofreram efeito significativo dos níveis dos fatores em estudo. Entretanto, houve variância significativa entre as médias das cultivares para o rendimento de grãos e para o peso do hectolitro (Tabela 4) e obteve-se um coeficiente angular significativo para as densidades de semeadura com ajuste para função linear crescente no rendimento de grãos (Figura 23).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) para rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por espiguetas (NGEE), índice de colheita (IC), grãos maiores que 1,75 mm (G>1,75) e peso do hectolitro (PH). Curitiba – SC, 2017.

F.V.	Quadrado médio							
	RG	MMG	NEE	NGE	NGEE	IC	G>1,75	PH
Bloco	1637188.61	3.76	1.83*	12.93	0.00	10.20	3.59	0.25
Cultivar (C)	4535067.59*	36.29	1.49	2.40	0.00	72.19	14.73	46.31*
Erro 1	372550.59	5.50	0.25	2.97	0.00	31.79	3.48	3.42
Densidade (D)	1100480.09	3.59	3.28	35.46	0.03	82.40	9.12	3.45
C × D	149080.09	4.19	1.41	31.61	0.07	4.20	7.99	0.79
Erro 2	538458.88	3.52	1.13	14.09	0.03	31.70	4.73	2.79
CV (%) <sup>1</sup>	14.57	6.01	3.48	5.83	4.79	13.26	1.91	2.36
CV (%) <sup>2</sup>	17.51	4.80	7.40	12.68	9.71	13.24	2.22	2.13
Média geral	4190.32	39.06	14.40	29.59	2.05	42.51	97.86	78.55

\* e \*\*: significativo pelo teste F à 5 e 1%, respectivamente. F.V., fontes de variação; <sup>1</sup>Coefficiente de variação para parcela; <sup>2</sup>coeficiente de variação para sub-parcela.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

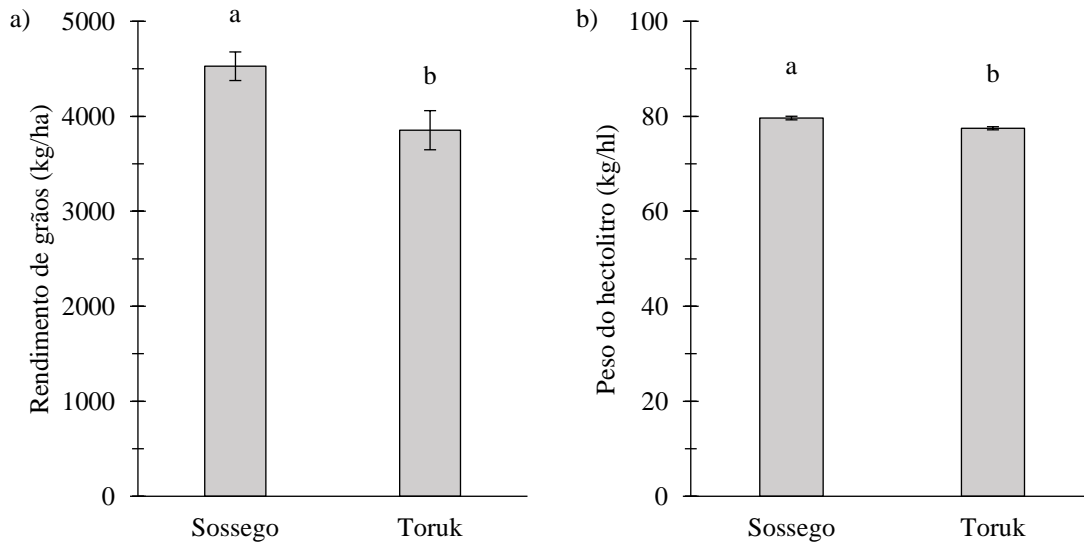
A cultivar Sossego se sobressaiu com um rendimento de grãos de 4527,0 kg ha<sup>-1</sup> enquanto que a cultivar Toruk obteve 3853,6 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 22a) e o PH de Sossego apresentou uma média de suas unidades experimentais de 79,6 kg hL<sup>-1</sup> enquanto que na cultivar Toruk observou-se uma média de 77,5 kg hL<sup>-1</sup> (Figura 22b). O coeficiente angular significativo demonstrou que o aumento de 10 sementes por metro quadro promoveu um acréscimo estimado de 193 kg há<sup>-1</sup> no rendimento de grãos. Contudo, um maior número de sementes seria necessário para estimar o ponto de máxima produtividade sob as mesmas condições.

A média das cultivares submetidas a densidade abaixo do recomendado obteve 480 kg ha<sup>-1</sup> a menos que a média geral do experimento, o que é agravado quando comparado a densidade de 312 sementes m<sup>-2</sup> que obteve a maior produtividade, onde observou-se uma queda 715 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que a média das unidades experimentais da densidade de 500 sementes m<sup>-2</sup> obteve 205 kg ha<sup>-1</sup> a mais que a média geral e uma queda de apenas 28 kg ha<sup>-1</sup> quando confrontado com a densidade de 312 sementes m<sup>-2</sup>. Este fato reporta que, de fato, densidades abaixo do recomendado podem ser relevantes sob o ponto de vista do potencial produtivo. Esta relação ainda fica evidenciada quando observadas as médias das duas cultivares na densidade subótima, onde notou-se uma queda de mais de 900 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de Toruk quando



comparada a Sossego. A cultivar Sossego embora apresente maior potencial, esta reduziu seu RG em mais de 500 kg ha<sup>-1</sup> com a redução de densidade de 312 para 208 sementes m<sup>-2</sup>.

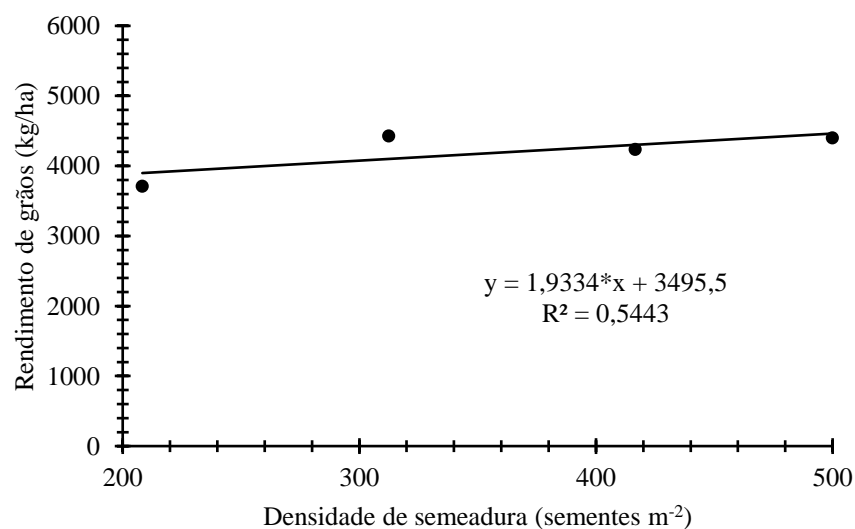
Figura 22 - Rendimento de grãos (a) e peso do hectolitro (b) de duas cultivares de trigo; “Toruk” e “Sossego”. Curitibanos, Santa Catarina, 2017.



Médias seguidas da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras de erro representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Figura 23 - Rendimento de grãos na média de duas cultivares de trigo, “Toruk” e “Sossego” em função da densidade de semeadura. Curitibanos, Santa Catarina, 2017. \* significativo a 10% de significância.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

## 4.6 DISCUSSÃO

### 4.6.1 Avaliações morfométricas e fisiológicas

Para altura de plantas observou-se que quando confrontada as cultivares nas diferentes densidades de semeadura houve uma maior variabilidade de amplitude nas diferenças entre as cultivares para esta variável, mas que não extrapolou a DMS (diferença mínima significativa). Espindula et al. (2010) cita que o pedúnculo é a estrutura que mais contribui no crescimento da altura, entretanto, a variabilidade reporta que densidade de semeadura pode propiciar uma maior contribuição dos entrenós da base do colmo do que do comprimento do pedúnculo na composição da altura total das plantas de trigo. O comprimento de pedúnculo e a altura de plantas são caracteres indicados para auxiliar na seleção indireta de genótipos visto que podem diminuir o risco de acamamento aumentando a resistência a este fenômeno (ESPINDULA, 2013). No caso deste estudo, não ocorreram vendavais e períodos prolongados de chuva, sobretudo no período reprodutivo, o que minimiza a ocorrência de acamamento. A precipitação pluviométrica durante o cultivo foi de 477,8 mm, entretanto houve uma má distribuição de chuvas com longos períodos de baixa pluviosidade o que contribuiu para que o solo permanecesse seco (Figura 19) e por consequência as plantas cresceram menos.

O comprimento da folha bandeira (CFB) obtido corrobora com Fioreze; Rodrigues (2012), que ao trabalhar com o aumento do número de plantas de trigo na linha de cultivo, o comprimento da folha bandeira não foi afetado pela densidade de semeadura, entretanto estes autores reportaram um decréscimo no acúmulo de massa seca da folha bandeira. Abichou et al. (2018) relata que o processo de senescência de perfilhos de trigo é um processo gradual em que a paralisação da extensão foliar precede a senescência gradual das folhas. Portanto decréscimos e/ou estagnação no CFB podem ser indicativos de que determinados perfilhos não se tornarão efetivos, sucumbindo ao decorrer do ciclo.

O desenvolvimento de grãos é dependente do acúmulo de carboidratos no colmo na fase pré-antese e posteriormente, na pós-antese esta dependência fica a cargo da taxa de assimilação de carbono, a qual está associada a folha bandeira. A folha bandeira, por se tratar da folha mais nova, é mais fotossinteticamente ativa, além de não estar sujeita a autosombreamento, portanto, se torna fisiologicamente mais importante do que as demais folhas. Piana et al. (2008) corrobora com esta afirmação e infere que o melhoramento genético priorizou genótipos com folhas mais eretas pois se adequam a um maior adensamento de plantas por área, o que auxilia na eficiência de absorção da radiação solar. Por consequência, a utilização de altas densidades com plantas de arquitetura compacta pode auxiliar na maximização da eficiência dos recursos naturais e

potencializar o rendimento de grãos. Domiciano et al. (2009) reafirma a importância das folhas da porção superior do colmo, e também reconhece o acúmulo de reserva no colmo pré-antese como importante fonte de carbono sob estresse hídrico ou fitopatológico para o enchimento de grãos. Esta afirmação apresenta relação direta com o comportamento observado entre as cultivares neste estudo, onde ficou claro que o maior porte evidenciado nas características morfométricas da cultivar Sossego e o déficit hídrico o qual o experimento foi imposto sobretudo nas fases iniciais, acabou por refletir sobre o rendimento final de grãos.

O aumento da densidade de semeadura proporciona uma maior competição entre as plantas na linha de cultivo além de afetar negativamente a emissão de perfilhos. Desta forma, o comportamento do diâmetro de colmo observado é um reflexo claro da competição, na qual observa-se que quando as plantas estão submetidas a um maior espaçamento na linha de cultivo propiciando o potencial de perfilhamento, há um maior aproveitamento em função de uma maior área para absorção de nutrientes, enquanto que com o aumento da densidade e diminuição do potencial de perfilhamento tem-se novamente um comportamento ascendente refletido no diâmetro devido a um menor potencial de perfilhamento. Segundo Fonseca et al. (2014), a planta possui a habilidade de utilizar as reservas do colmo como aporte para o enchimento de grãos quando em situação de limitação na fonte de carboidratos. Assim sendo, quando observada os demais caracteres morfométricos, percebe-se que a cultivar Toruk apresentou uma menor altura, demonstrando que esta característica possa ter culminado em menor desempenho. Ademais, assim como o pedúnculo e a altura de plantas, o diâmetro de colmo é uma característica que também deve ser levada em consideração em relação ao acamamento de plantas, pois a resistência ao acamamento é função do nível de espessamento dos tecidos da base da planta e inversamente proporcional à altura desta (PENCKOWSKI, 2009). Contudo, a cultivar Toruk demonstrou ser mais estável para esta variável, visto que os desvios em todas as densidades frente a média geral da cultivar foram menores quando comparada a cultivar Sossego.

O teor relativo de clorofila pode servir como um indicador da conversão de energia luminosa em energia química, ou seja, do acúmulo de fotoassimilados (NOGUEIRA, 2013). Para a cultura do trigo, o NDVI pode servir como referência sobre caracteres biofísicos (massa fresca total, massa seca de folhas e índice de área foliar) com observância de maiores correlações nos estádios pós-antese, além de representar a duração da atividade fotossintética durante o ciclo e estar correlacionado com o rendimento de grãos (JUNGES; FONTANA, 2008). Indiretamente este índice ainda pode correlacionar-se com o estado nutricional,

infestação de doenças e senescência de folhas a partir de cloroses, além de ser um eficiente aliado na adubação nitrogenada de cobertura a taxa variável (BREDEMEIER, 2013).

Os dois medidores portáteis utilizados, expressam suas medidas baseados em correlações de absorvância e reflectância. No caso deste estudo, visto que as leituras foram efetuadas no mesmo dia em todas as unidades experimentais, embora o obtentor das duas cultivares classifique ambas como de ciclo médio, ficou nítido um avanço de ciclo da cultivar Toruk na ocasião, visto que suas folhas já se apresentavam mais amareladas, portanto apresentou menores valores de clorofila e NDVI. Segundo Zucareli et al. (2013), genótipos que exigem menor soma térmica acumulada permanecem menos tempo no campo, pois completam seu ciclo mais rapidamente. No entanto, Lyra et al. (2008) citam que o ciclo pode se tornar mais longo quando plantas são submetidas a estresses hídricos e como consequência tem-se que a soma térmica acumulada é superior quando comparada a um ciclo sem restrições. Visto que as duas cultivares são classificadas como de ciclo médio, a análise de TRC e NDVI sugere que as duas cultivares possuam diferentes somas térmicas acumuladas e/ou respondam diferentemente a deficiência hídrica temporária, visto que sobretudo no terço inicial do ciclo ambas foram submetidas a baixos índices pluviométricos (Figura 19).

#### **4.6.2 Avaliações produtivas e qualitativas dos grãos**

O comportamento ascendente no rendimento de grãos com o aumento da densidade de semeadura não foi observado por Fioreze; Rodrigues (2014). Estes autores observaram uma relação decrescente do RG com o aumento do número de plantas na linha de cultivo. Segundo estes, a resposta negativa dos componentes individuais em função do aumento de plantas decorre do menor acúmulo de matéria seca (MS) na fase pré-antese, devido a competição intraespecífica entre plantas e o acúmulo de MS é um dos principais fatores que contribui para o RG. No entanto, os autores utilizaram lâminas de irrigação complementares, o que pode ter contribuído para um maior acúmulo de MS em densidades menores.

No caso deste estudo, em que o cultivo foi submetido a condições naturais de chuva, houve um período prolongado de baixos índices pluviométricos sobretudo na fase pré-antese (Figura 19), e este fato ocasionou uma redução no acúmulo de biomassa, o que fez com que a compensação deste fator ficasse a cargo do maior número de plantas na linha de cultivo. Esta situação pode ser observada também pelo IC, que na média das unidades experimentais com 208 sementes m<sup>-2</sup>, houve um decréscimo do IC quando comparado a todas as demais densidades de semeadura. Este comportamento também foi observado em milho por Sangoi et al. (2011), onde os autores relatam que houve acréscimo na produtividade em decorrência do aumento na

densidade de plantas em ano agrícola com restrição hídrica, fazendo com que a contribuição dos perfilhos ao rendimento fosse menor. Ainda nesta perspectiva, o longo período de déficit hídrico pode ter refletido em uma maior mortalidade de perfilhos, sobretudo os emitidos tardiamente, além do fato de que trigos com potencial de perfilhamento reduzido se sobressaem em condições onde a água é um fator limitante (HOUSHMANDFAR et al., 2019), o que favoreceu a cultivar Sossego. Santos et al. (2012) constataram que sob déficit hídrico há uma redução do número de perfilhos efetivos devido à baixa emissão ou por abortamento precoce e relata que esta redução pode ser reflexo de uma necessidade da planta em diminuir a área foliar aumentando a senescência ocasionando a morte dos perfilhos. Reduções no rendimento de grãos devido a baixas densidades podem ser atenuadas em virtude de distribuição regular da precipitação pluviométrica, o que reduz a importância do perfilhamento como característica compensatória da produtividade (SANGOI et al. 2010). Valério et al. (2013) ainda conclui que genótipos com baixo potencial de perfilhamento expressam maior efeito no rendimento de grãos em função do aumento da densidade de semeadura, o que de fato também foi observado na cultivar Sossego, a qual possui menor potencial de perfilhamento que Toruk e superou o rendimento de grãos desta última.

Em relação ao PH, Stefen et al. (2013) observou que esta medida está correlacionada com o tamanho e com o teor de proteína de grãos, além de que um maior peso de grãos faz com que valores maiores de PH sejam obtidos. Ademais, visto que o PH se trata de uma relação de peso e volume, este também pode servir como indicativo indireto sobre o rendimento de moagem e pelo fato de correlacionar-se positivamente com o teor de proteína, lotes com menor PH podem produzir farinha de menor qualidade panificativa. Nesta perspectiva, observou-se que a MMG da cultivar Sossego obteve o valor de 38,1 g enquanto que Toruk obteve 40,0 g e quando observada a produtividade, esta relação se torna invertida. Visto que as médias de NGE foram praticamente idênticas, este fato sugere que os grãos da cultivar Sossego podem possuir uma maior densidade em relação a Toruk, além do fato de possuir grãos menores reportado pela MMG, o que culmina em maior área superficial específica o que contribuiu para um maior PH. Uma menor densidade poderia ainda incidir em menor rendimento de farinha por tonelada processada, o que por consequência faz que haja necessidade de maior volume de armazenagem. Segundo a Instrução Normativa nº 38/2010 que estabelece o regulamento técnico do trigo no Brasil (BRASIL, 2010), o PH é requisito classificatório para definição dos tipos de trigo destinados a moagem sendo considerados como mínimo para tipos 1, 2 e 3 os PHs de 78, 75 e 72, respectivamente. Portanto, visto que a cultivar Toruk permaneceu no limite da

legislação para tipo 1, apenas a cultivar Sossego se enquadrou nesta categoria, entretanto ambas podem ser destinadas à moagem.

#### 4.6.3 Estudo de correlação

O estudo de correlação de Pearson entre todas as variáveis na média geral de todas as unidades experimentais e dentro de cada densidade de semeadura (Tabela 5) foi realizado para checar as relações gerais e específicas entre as variáveis em função da população de plantas, particularmente nas contribuições de cada variável no rendimento. Observou-se que de fato os caracteres morfométricos tiveram um maior coeficiente de correlação com o rendimento sobretudo na densidade subótima, enquanto que na média geral das populações de plantas esse efeito ficou diluído. Esta característica de maior porte favoreceu o acúmulo de massa seca contribuindo para uma relação fonte/dreno maior para os grãos visto que a densidade subótima ocasionou uma maior morte de perfilhos, acarretando em maior dependência do colmo principal ao rendimento de grãos e por consequência menor plasticidade fenotípica em função da diminuição da população de plantas.

Segundo Gondim et al. (2008), situação de estresse na cultura do trigo pode levar a alterações na redistribuição de fotoassimilados e no balanço fonte-dreno e as mudanças nesses padrões podem levar a uma compensação ou prejuízos no rendimento. Sob esta perspectiva, o que se observou neste estudo foi que o maior grau de associação linear positiva entre as variáveis morfométricas e o rendimento de grãos sugere que houve uma maior remobilização de assimilados do colmo para os grãos sobretudo nas densidades menores. Este fato também fica evidenciado sob a perspectiva das cultivares, onde observou-se que a cultivar Sossego apresentou um maior porte em relação a cultivar Toruk, o que também culminou em maior acúmulo de massa seca fazendo com que houvesse um reflexo no rendimento de grãos final.

Além deste fato, o maior potencial de perfilhamento da cultivar Toruk associado ao déficit hídrico, resultou em abortamento de perfilhos os quais são mais sensíveis em relação aos colmos principais, desta forma refletindo em um menor desempenho produtivo desta cultivar. Assim sendo, a densidade supraótima acabou por promover uma compensação devido aos efeitos deletérios do déficit hídrico na média geral das densidades. Densidades supraótimas promovem a maximização do potencial de rendimento de cultivares com baixo perfilhamento enquanto que densidades subótimas maximizam o potencial de rendimento de cultivares com alto perfilhamento (VALÉRIO et al., 2013). O que se observou neste estudo, foi que esta relação pode ser afetada por fatores abióticos, onde a densidade subótima reduziu também o potencial de rendimento de Toruk.



Valério et al. (2013) confirmou essa interação entre ambiente e densidade de semeadura para o rendimento de grãos em trigo, e destaca a importância de se ter um estande ideal e a necessidade de recomendações baseadas em mais de um ano e para locais específicos. Sobretudo em sistemas de produção dependentes de chuvas naturais, esta afirmação fica ainda mais evidenciada, visto que a deficiência hídrica temporária imposta no terço inicial do ciclo do trigo neste estudo alterou a dinâmica do rendimento de grãos em função da densidade de semeadura como observado na confrontação dos dados de rendimento deste estudo e os de Fioreze; Rodrigues (2014).

#### 4.7 CONCLUSÃO

A cultivar Sossego apresenta desempenho agrônômico superior à cultivar Toruk independente da densidade de semeadura.

A densidade de semeadura não influencia comprimento de pedúnculo, altura de plantas, comprimento de folha bandeira e índices relativos a clorofila, mas afeta o diâmetro de colmo e promove uma diminuição desta medida próxima da densidade recomendada, reflexo da competição entre plantas na linha de cultivo e do potencial de perfilhamento.

Densidades de semeadura abaixo do recomendado promovem um decréscimo no desempenho produtivo das cultivares de trigo e quando em situação de déficit hídrico, densidades acima do recomendado se fazem necessárias para atingir maiores tetos produtivos.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em trigo, o desempenho agronômico é dependente da densidade de semeadura e da estabilidade e efetividade de perfilhos, sendo que há diferença na magnitude da influência dos fatores que interferem no perfilhamento. O momento da emissão é o fator que mais tem influência tanto na emissão quanto na sobrevivência de perfilhos emitidos, assim como na viabilidade dos mesmos, portanto deve ser um fator a se considerar importante no sistema produtivo, sobretudo na seleção de novos genótipos de trigo.

Densidade de semeadura fora do recomendado influenciam o rendimento de grãos, estando altamente relacionada com a efetividade dos perfilhos, sendo que P1 e P2 são os que mais contribuem para estas características. O fator temporal entre a sua emissão é determinante para sua efetividade, sendo os perfilhos emitidos nos 7 primeiros dias após o início do perfilhamento relativamente mais importantes na sobrevivência e efetividade, o que por sua vez favorece o rendimento de grãos.

Em condições de campo, o potencial genético de perfilhamento está intimamente associado a fatores abióticos como as condições climáticas, sendo que sob condições em que a água é fator limitante, cultivares com potencial de perfilhamento reduzido são mais eficientes. Por outro lado, nestas mesmas condições, o decréscimo no desempenho agronômico de cultivares com maior potencial de perfilhamento pode ser atenuado com o aumento da densidade de semeadura.

Portanto, os fatores potencial de perfilhamento, densidade de semeadura, ordem temporal de emissão de perfilhos e condições climáticas demonstram estar associados, fazendo destes, quesito relevante no momento da implantação de sistemas produtivos tritícolas.

Novos estudos são necessários para elucidar se a classe do perfilho (primário, secundário, terciário, etc.) ou simplesmente o tempo entre suas emissões é determinante na sincronia com o colmo principal e sua posterior efetividade na produção de grãos. Por fim, as restrições hídricas na dinâmica de perfilhamento também devem ser alvo de estudos posteriores para elucidar a magnitude da influência do fator água na emissão e sobrevivência e sua relação com o rendimento de grãos.



## REFERÊNCIAS

ABICHOU, M. et al. Parameterising wheat leaf and tiller dynamics for faithful reconstruction of wheat plants by structural plant models. **Field Crops Research**, Stockholm, v. 218, p. 213-230, Apr., 2018.

ABITRIGO. Associação Brasileira de Indústria de Trigo. Disponível em: <[www.abitrigo.com.br](http://www.abitrigo.com.br)>. Acesso em: 01 maio de 2017.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 401-408, Set., 2001.

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; TRENTIN, P. S. Determinação do momento da emissão de afilhos de trigo usando suplementação com luz vermelha e luz vermelha extrema. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 89-97, Jan., 2000.

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P. S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377- 383, Jun., 2002.

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; MEROTTO JUNIOR, A.; ALVES, A. C.; NAVA, C. N.; KNOPP, A. C. Tiller emission and dry mass accumulation of wheat cultivars under stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 266-270, Maio/Jun., 2004.

ARDUINI, I. PELLEGRINO, E. ERCOLI, L. Contribution of main culm and tillers to grain yield of durum wheat: Influence of sowing date and plant traits. **Italian Journal of Agronomy**, v. 13, n. 1115, p. 235-247, Mar., 2018.

BOSCHINI, A. P. M. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010.

BARBIERI, A. P. P. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 724-731, Out./Dez., 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 38, de 30 de novembro de 2010**. Estabelece o Regulamento Técnico do Trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789>> Acesso em: 08 de outubro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares –RNC**. Disponível em:

<[http://masrv509.agricultura.gov.br:7777/pls/portal/docs/page/mapa/lateral/e\\_tudos\\_publicacoes/mudas\\_sementes/rnc\\_informe.pdf](http://masrv509.agricultura.gov.br:7777/pls/portal/docs/page/mapa/lateral/e_tudos_publicacoes/mudas_sementes/rnc_informe.pdf)>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BREDEMEIER, C.; VARIANI, C.; ALMEIDA, D.; ROSA, A. T. Estimativa do potencial produtivo em trigo utilizando sensor óptico ativo para a adubação nitrogenada em taxa variável. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 43, n. 7, p. 1147-1154, Jul., 2013.

CAFÉ, S. L. et al. Cadeia Produtiva do Trigo. **BNDS Setorial**, Rio de Janeiro, n. 18, p. 193-220, 2003.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais (trigo, milho, soja, arroz e mandioca)**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

CHEN, S.; ZHANG, X.; SUN, H.; REN, T.; WANG, Y. Effects of winter wheat row spacing on evapotranspiration, grain yield and water use efficiency. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 8, p. 1126-1132, Aug., 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS-RS/SC) **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2016. 376 p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Informações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para a Safra 2017**. Brasília, DF: Embrapa Trigo, 2017. 240 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos (quarto levantamento/janeiro de 2019)**. Brasília, v. 6, n. 4, p.1-126, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo / organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos**. – Brasília: Conab, 2017. 218 p.

CRUZ, P. J. et al. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 5-8, Jan./Mar., 2003.

DARWINKEL, A. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 26, n. 4, p. 383-398, 1978.

DOMICIANO, G. P.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; DAMATTA, F. M. Alterações na fotossíntese de plantas infectadas por fitopatógenos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 17, p. 305-339, 2009.

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N. Relações fonte:dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p.271-276, Jul./Set., 2010.

ESPÍNDOLA, M. C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Information And Early Warning System On Food And Agriculture – Fao-GIEWS**. Publications. Disponível em: <<http://www.fao.org/giews/english/index.htm>>. Acesso em: 08 out. 2018.

FIGLIARO, S. L.; RODRIGUES, J. D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 39-54, Jan./Fev. 2014.

FIGLIARO, S. L.; RODRIGUES, J. D. Efeito da densidade de semeadura e de reguladores vegetais sobre os caracteres morfofisiológicos da folha bandeira do trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 89-96, 2012a.

FIGLIARO, S. L.; RODRIGUES, J. D. Perfilamento do trigo em função da aplicação de regulador vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 7, n. suppl., p. 750-755, 2012b.

FONSECA, P. R. B. et al. Desfolha artificial simulando danos de pragas na cultura do milho. **Nucleus**, v. 11, n. 1, p. 93-100, abr. 2014.

GARCÍA DEL MORAL, M. B.; GARCÍA DEL MORAL, L. F. Tiller production and survival in relation to grain yield in winter and spring barley. **Field Crops Research**, Stockholm, v. 44, n. 2-3, p. 85-93, 1995.

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

HOUSHMANDFAR, A.; REBETZKE, G. J.; LAWES, R.; TAUSZ, M. Grain yield responsiveness to water supply in near-isogenic reduced-tillering wheat lines – An engineered crop trait near its upper limit. **European Journal of Agronomy**, v. 102, p. 33-38, Jan., 2019.

Instituto CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2015. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso: 16 mar. 2017.

JUNGES, A. H.; FONTANA, D. C. Desenvolvimento das culturas de cereais de inverno no Rio Grande do Sul por meio de perfis temporais do índice de vegetação por diferença normalizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1349-1355, Ago., 2009.

KRUGER, C. A. M. B.; et al. Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n. 11, p. 1448-1453, Nov., 2011.

KURAPARTHY, V. et al. Identification and mapping of a tiller inhibition gene (tin3) in wheat. **Theoretical and Applied Genetic**, New York, v. 114, n. 2, p. 285-294, 2007.

LYRA, G. B. et al. Modelo de crescimento logístico e exponencial para o milho BR 106, em três épocas de plantio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 211-230, 2008.

MARINHO, J. de L. et al. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.3, p. 122-131, Jul./Set., 2018,

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: UFRGS, 1999, 228 p.

MARTIN, G. C. Apical dominance. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 824-833, 1987.

MOTZO, R. et al. Expression of a tiller inhibitor gene in the progênies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. *durum*. **Field Crop Research**, Orlando, v. 85, n. 1, p. 15-20, 2004.

NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V.; PASSOS, R. R. Teor de nitrogênio, clorofila e relação clorofila-carotenoide em café arábica em solo submetido a diferentes corretivos de acidez. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, p.390-395, Out./Dez., 2013.

OZTURK, A. et al. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Erzurum, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PENCKOWSKI, L. H., ZAGONEL, J., FERNANDES, E. C. Nitrogênio de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 473-479, 2009.

PETR, F. C.; FREY, K. J. Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 3, p. 259-262, 1966.

PIANA, A. T., et al. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2608-2612, Dez., 2008.

QUEIROZ, J. A. C. **Análise da indústria moageira brasileira: um estudo em empresas no sudeste brasileiro**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Estudos sociais Aplicados, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C. R.; PANDOLFO, C. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2011. 336 p.

RICKMAN, R. W.; KLEPPER, B. L.; PETERSON, C. M. Time distributions for describing appearance of specific culms of winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison. v. 75, n. 3, p. 551-556, 1983.

ROMAN, E. S. O Brasil pode atender a demanda futura de trigo. Goiânia-Goiás, 1994. Disponível em: <[www.cnpt.embrapa.br](http://www.cnpt.embrapa.br)>. Acesso em: 31 Maio 2017.

ROSSI, E. M.; NEVES, M. F. (Coord); RODRIGUES, R.; VOGT, C.; GARCIA, O. R. (prefácios). **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 224 p.

SAAB, A. A. **Inovação tecnológica no sistema agro-industrial do trigo – diagnóstico das demandas da cadeia de pão**. 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SANGOI, L. et al. Perfilamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 609-616, Jun., 2011.

SANGOI, L. et al. Perfilamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho, em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 254-265, 2010.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SALDANHA, A.; FIORENTIN, C. F.; PLETSCHE, A. J.; VIERIA, J.; GATELLI, M. A. Rendimento de grãos de híbridos de milho em duas densidades de plantas com e sem a retirada dos perfilhos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 325-331, Mar./Abr., 2009.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: na important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2000.

SANTOS, D. dos.; GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; FIOREZE, S. L.; MACEDO JÚNIOR, E. K. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 836–842, 2012.

SCHEEREN, P. L. et al. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. Parte II – Teste no Campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 605- 619. 1995.

SILVA, D. B. da. et al. **Trigo para o abastecimento familiar**: do plantio à mesa. Brasília: EMBRAPA-SPI, Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 176 p.

SILVEIRA, G. et al. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afillamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 63-70, Jan./Mar., 2009.

SLEPER, D. A.; POEHLMAN, J. M. **Breeding field crops**. Ames: Blackwell Pub Iowa, 2006. 424 p.

STEFEN, D. L. V.; et al. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 13, n. 1, p. 30-39, 2014.

TAO, Z. et al. Effects of tridimensional uniform sowing on water consumption, nitrogen use, and yield in winter wheat. **The Crop Journal**, v. prelo, n. 1, p. 1-20, Jan., 2019, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.12.006>. a.

TAO, Z. et al. Light interception and radiation use efficiency response to tridimensional uniform sowing in winter wheat. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 17, n. 3, p. 566–578, 2018.

THIRY, D. E.; SEARS, R. G.; SHROYER, J. P.; PAULSEN, G. M. Relationship between tillering and grain yield of Kansas wheat varieties. **Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service**. Kansas, v. 0, n. 12, p. 99-122, 2002.

TORMEN, N. R. et al. Reação de cultivares de trigo à ferrugem da folha e mancha amarela e responsividade a fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 239-246, Fev., 2013.

USDA. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2018. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 18 Jan. 2017.

VALÉRIO, I. P. et al. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, Mar., 2008.

VALÉRIO, I. P. et al. Seeding density in wheat: the more, the merrier? **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 70, n. 3, p. 176-184, Maio/Jun., 2013.

WOBETO, C. **Padrão de afilhamento, sobrevivência de afilhos e suas relações com o rendimento de grãos em trigo**. Porto Alegre: Universidade Federal de Pelotas, 1994. 102 p. Dissertação Mestrado.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 415- 421, 1974.

ZEKERIYA, A. Effect of tiller removing and plant density on ear yield of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 5, n. 9, p. 906-908, 2002.

ZUCARELI, C. et al. Desempenho agrônômico de genótipos de milho de segunda safra na região norte do Paraná. **Scientia Agrária Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, n. 3, p. 227-235, Jul./Set., 2013.