

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS

Elisandra Cristina Ribeiro

Aspectos morfofisiológicos do trigo submetido à remoção de perfilhos e desfolha

Curitibanos

2022

Elisandra Cristina Ribeiro

Aspectos morfofisiológicos do trigo submetido à remoção de perfilhos e desfolha

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais, Campus de Curitibanos, da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze.

Curitibanos

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ribeiro, Elisandra Cristina

Aspectos morfofisiológicos do trigo submetido à remoção de perfilhos e desfolha / Elisandra Cristina Ribeiro ; orientador, Samuel Luiz Fioreze, 2022.

36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Triticum aestivum. 3. Perfilhamento. 4. Desfolha . 5. Relação fonte e dreno. I. Fioreze, Samuel Luiz. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



Serviço Público Federal
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Guimarães km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba/SC - SC
TELEFONE (51) 3721-2176 E-mail: agronomia.cde@contata.ufsc.br.

ELISANDRA CRISTINA RIBEIRO

Aspectos morfofisiológicos do trigo submetido à remoção de perfilhos e desfolha

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 15 de março de 2022.



Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Douglas Adams Weiler
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dra. Kelen Cristina Basso
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar saúde e condições para alcançar meus objetivos e terminar meus estudos.

Aos meus pais, Maria Aparecida Becher Ribeiro e José Gaspar Ribeiro, que estiveram presentes em todos os momentos mais importantes, sempre apoiando minhas decisões. Sou muito grata aos seus ensinamentos, vocês são os meus exemplos de vida e amor.

Ao meu irmão Ricardo e a minha cunhada Mariana, por serem modelos de caridade e humildade. Admiro muito a garra e a coragem de vocês em seguirem seus sonhos.

As minhas primas Natália e Diana que cresceram junto comigo e acompanharam a minha jornada, me dando muito apoio emocional.

Agradeço também ao restante dos meus familiares, que de um jeito ou de outro fizeram parte da minha jornada.

Ao meu noivo, Leonardo, por todo o amor, carinho, atenção e companheirismo. Espero continuar compartilhando ótimos momentos ao seu lado. Muito obrigada por ser a luz da minha vida.

Aos meus amigos Tainá e Andrey que escutaram as minhas lamentações e me fizeram rir para me distrair em momentos difíceis.

À Emily pela amizade, sempre se mostrando disposta a ajudar e a fazer almoços e jantas espetaculares.

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel L. Fioreze, pelo apoio, paciência e por todos os ensinamentos ao longo desses anos de curso.

Ao grupo GEFIP, Ana, Maryelza e Laura que auxiliaram na condução dos experimentos e dividiram momentos de conversas e risadas. E em especial agradeço ao Iury, por além de toda cooperação me acompanhar todos esses anos no projeto.

Agradeço a todos os professores da UFSC que contribuíram na construção do meu conhecimento.

À todos os servidores da UFSC, pelos serviços, estrutura e ensino, principalmente ao seu Alceu pela amizade e pelas conversas.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O perfilhamento é uma característica importante de plantas de trigo e é controlada por fatores genéticos e ambientais. Em condições desfavoráveis para o crescimento e desenvolvimento, ocorre a competição entre os perfilhos por assimilados. Além disso, as plantas de trigo são muito sensíveis a estresses ambientais, elevadas temperaturas e déficit hídrico, em situações extremas, podem causar a desfolha. O objetivo do presente estudo foi avaliar se a retirada manual de perfilhos e a desfolha promovem alterações entre as relações fisiológicas e produtivas da cultura do trigo. O experimento foi conduzido em cultivo protegido, na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema fatorial 2 x 3. O primeiro fator foi constituído pela remoção (unicolmo) ou não de todos os perfilhos emitidos de cada planta. O segundo fator composto por: (i) controle (sem desfolha); (ii) retirada de todas as folhas; e (iii) retirada de todas as folhas exceto a folha bandeira. A cultivar utilizada no ensaio foi a BRS 394. A remoção dos perfilhos foi realizada de forma manual no tratamento unicolmo, na antese as plantas foram submetidas a desfolha, sendo que a folha bandeira do tratamento desfolha total foi coletada para avaliações de tamanho de folha, densidade de estômatos e tamanho de células guarda. Ainda na antese foram realizadas determinações das trocas gasosas da folha bandeira das plantas. No final do ciclo da cultura foram avaliados os parâmetros biométricos e os componentes de produção, determinando-se a altura de plantas, diâmetro do colmo principal (basal e apical), número de espiguetas férteis e inférteis, comprimento da ráquis, número e massa de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativas as médias foram comparadas por meio do teste t de Student ($p < 0,05$). Foi observado que com a remoção dos perfilhos e conseqüentemente à ausência de competição por fotoassimilados, plantas unicolmos apresentaram aumento das estruturas morfológicas como diâmetro do colmo e comprimento da folha bandeira. Ainda houve incremento de potencial produtivo da espiga do colmo principal. Plantas submetidas a desfolha parcial apresentaram maior potencial produtivo, em função da maior força de dreno da espiga que estimulou o aumento do potencial fotossintético da folha bandeira. Plantas submetidas à remoção dos perfilhos são mais susceptíveis à desfolha total no período pós antese.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*. Perfilhamento. Desfolha. Relação fonte e dreno.

ABSTRACT

Tillering is an important characteristic for wheat crop and is controlled by genetic and environmental factors. Under unfavorable growth and development conditions, tillers will compete for assimilates. In addition, wheat plants are very sensitive to environmental stresses, high temperatures and water deficit, which in extreme conditions can cause defoliation. The aim of this study was to evaluate if tillers removal and defoliation promote changes between physiological and productive characteristics of wheat. The experiment was carried out under controlled conditions at Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos campus. The experimental design was a randomized blocks with 4 repetitions in a factorial 2 x 3. The first factor was composed by full detillering (single stem) or no detillering in each plant. The second factor was composed by: (i) control (no defoliation); (ii) all leaves removed; (iii) all leaves removed, but the flag leaf. Cultivar BRS 394 was used in the experiment. Tiller removal was manually performed in the full detillering treatment, in anthesis plants were subjected to defoliation, with the flag leaf from the total defoliation treatment collected for evaluation on size, stomatal density and size of guard cells. In the anthesis were also determined gaseous exchange on the flag leaf. At the end of crop cycle, biometric and productivity parameters were evaluated for plant height, diameter of main stem (basal and apical), number of fertile and unfertile spikelets, rachis length, number and weight of grains. The results were submitted to analysis of variance and when significant, compared by t test of Student ($p < 0.05$). With the full detillering and hence to the absence of competitions for photoassimilates, the single stem plants resulted in increased morphological structures, such as stem diameter and length of flag leaf. In addition, there was increase in the production potential of the main stem ear. Plants under partial defoliation resulted in higher production potential, due to higher ear drain strength, stimulating the photosynthetic potential of the flag leaf. Plants under detillering are more susceptible to total defoliation in the post-anthesis period.

Key-words: *Triticum aestivum*. Tillering. Defoliation. Drain source relation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Comparativo entre plantas de trigo, BRS 394, submetida a retirada dos perfilhos ou unicolmo (esquerda) e plantas multicolmo (direita)..... 18
- Figura 2 – Plantas de trigo, BRS 394, submetidas a níveis de desfolha. Controle (esquerda), folha bandeira (centro) e desfolha total (direita). 18
- Figura 3 – Impressão da epiderme foliar, face abaxial e adaxial, da folha bandeira de plantas de trigo, BRS 394, submetidas a remoção de perfilhos e a desfolha. 20
- Figura 4 – Imagem dos estômatos da folha bandeira de plantas de trigo, BRS 394, submetidas a remoção de perfilhos e a desfolha..... 20
- Figura 5 – Comprimento, largura e área do poro estomático e densidade de estômatos da superfície adaxial (a, c, e, g) e abaxial (b, d, f, h) de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos. Curitiba (SC), 2019. 23
- Figura 6 – Comprimento (a) e largura (b) da folha bandeira de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos. Curitiba (SC), 2019. 24
- Figura 7 – Curva diária de assimilação líquida de carbono (a), condutância estomática (b), transpiração (c) e eficiência do uso da água (d) de plantas de trigo submetidas à retirada de perfilhos e desfolha parcial. Curitiba (SC), 2019..... 26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Parâmetros morfológicos e produtivos de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos e à desfolha. Curitiba (SC), 2019. 27
- Tabela 2 – Desdobramento da interação entre retirada de perfilhos e desfolha de plantas de trigo para os parâmetros morfológicos de plantas. Curitiba (SC), 2019. 28
- Tabela 3 – Desdobramento da interação entre retirada de perfilhos e desfolha de plantas de trigo para os parâmetros produtivos. Curitiba (SC), 2019. 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A CULTURA DO TRIGO	12
2.2 PERFILAMENTO NA CULTURA DO TRIGO	14
2.3 DESFOLHA NA CULTURA DO TRIGO.....	15
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	17
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	17
3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
3.4 AVALIAÇÕES.....	19
3.5 ANÁLISE DOS DADOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.2 TROCAS GASOSAS	25
4.3 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE PLANTAS.....	26
5 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um cereal de inverno e tem como principal finalidade a alimentação humana, mas também é utilizado em rações de animais. Mesmo sendo uma *commoditie* agrícola, o trigo é pouco cultivado no Brasil por frequentemente não apresentar preços atrativos ao produtor, e em muitos anos o clima não é favorável para a produção, ocorrendo geadas e excesso de chuvas que prejudicam a qualidade do grão. Mas, em 2021 houve considerável aumento na safra brasileira, cerca de 25,3 % em relação a última safra. Mesmo com o aumento de produção ainda há uma grande necessidade de importar grãos para atender a demanda interna do país (CONAB, 2022). Por esse fato é essencial a realização de estudos que visem aumentar o rendimento e a qualidade da cultura do trigo.

A qualidade dos grãos de trigo para a panificação está relacionada ao teor de nitrogênio presente no grão. Como o glúten da farinha é composto por duas proteínas, gluteninas e gliadinas, é muito importante que na fase de enchimento de grãos, não falte nitrogênio, pois é um elemento estrutural das moléculas de proteína (SILVA *et al.*, 2004; TORRES *et al.*, 2009). Como uma das características do trigo é o perfilhamento, pode ocorrer uma competição por nutrientes dentro da planta, podendo afetar a qualidade do grão (MUNDSTOCK, 1999).

Os perfilhos são ramos laterais provenientes dos meristemas axilares, morfologicamente idênticos ao colmo principal e podem exercer em algumas condições efeito compensatório na produtividade (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2000). Mas segundo Mundstock (1999), perfilhos tardios são improdutivos por não terem capacidade de competir com os perfilhos primários. Essa característica depende de fatores genéticos e ambientais e em situações de estresse, plantas que possuem alto potencial de perfilhamento podem competir entre si por recursos limitados (THIRY; SEARS; SHROYER, 2002; PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011).

Além da competição entre perfilhos e o colmo principal, as plantas de trigo são muito sensíveis a estresses ambientais que podem ocasionar em efeito de desfolha. Como as folhas apresentam diferentes porcentagens de contribuição na assimilação de carboidratos, dependendo da sua localização no colmo principal, haverá alteração no rendimento de grãos. A folha bandeira e as aristas colaboram com grande parte da produção da cultura, sendo as fontes mais importantes na fase de enchimento de grãos (SHARMA *et al.*, 2003). Mas, em situações de estresse por déficit hídrico ou ocorrência de altas temperaturas no enchimento de grãos, é o colmo principal que serve como fonte importante na redistribuição de carboidratos solúveis

para a espiga, pois a fotossíntese nas folhas será limitada (BLUM, 1998; FIOREZE; RODRIGUES, 2012).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar se a retirada de perfilhos e a desfolha promovem alterações entre as relações fisiológicas e produtivas da cultura do trigo.

1.1.2 Objetivos específicos

Estudar o potencial fotossintético da folha bandeira de plantas de trigo quando submetidas ao estresse pela desfolha;

Estudar os aspectos morfofisiológicos do colmo principal e dos perfilhos de plantas de trigo quando submetidos à alteração no padrão de perfilhamento.

1.2 JUSTIFICATIVA

Como o cultivo de trigo no Brasil é um desafio, é importante que estudos reforcem e aprimorem as técnicas e as características das variedades de plantas que expressem melhor qualidade e rendimento na produtividade.

Para implementar a cultura do trigo é importante realizar um bom planejamento, procurando escolher materiais apropriados para a região de cultivo e plantar de acordo com o zoneamento agrícola para evitar estresses ambientais. Além disso, é necessário utilizar a densidade de semeadura conforme o recomendado na descrição de cada variedade para proporcionar bom desenvolvimento de perfilhos e a presença e manutenção da área foliar, pois esses serão responsáveis por manter bons parâmetros produtivos e de qualidade.

Considerando que estresses ambientais podem prejudicar a capacidade fotossintética das plantas de trigo, e que na literatura há controvérsias entre os efeitos que as altas temperaturas e o déficit hídrico ocasionam no rendimento da cultura, são necessários mais estudos para compreender a relação entre fonte e dreno das plantas de trigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo é um cereal amplamente cultivado e faz parte das *commodities* agrícolas que dominam a produção de grãos em nível mundial, sendo o terceiro cereal mais cultivado depois do milho e do arroz (FAO, 2018). A planta pertence à família das gramíneas e suas espécies estão inseridas no gênero *Triticum*. A classificação depende dos níveis de ploidia: *T. monococcum* diplóide com 14 cromossomos, *T. durum* tetraplóide com 28 cromossomos e *T. aestivum* hexaplóide com 42 cromossomos (SCHEUER *et al.*, 2011). Dentre todas as espécies o *Triticum aestivum* é o mais cultivado, é uma planta hexaplóide com 3 genomas A, B e D. No genoma D, estão inseridos os fatores responsáveis pela qualidade da farinha e é por isso que essa espécie se destaca em relação à *T. durum*, que possui apenas os genomas A e B apresentando baixa qualidade para panificação (FELÍCIO *et al.*, 1999).

O trigo apresenta boa plasticidade de adaptação a diferentes ambientes, mas se desenvolve melhor em climas temperados e moderadamente secos (PIRES; VARGAS, CUNHA, 2011). É uma planta de ciclo anual e pode alcançar até 1,5m de altura (CASTRO; KLUGE, 1999). Seu ciclo pode ser dividido em três fases: vegetativo, reprodutivo e enchimento de grãos. E em cada uma dessas fases há acontecimentos que refletem no rendimento, na qualidade final dos grãos e da farinha (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011).

Os ancestrais do trigo cultivado atualmente (*Triticum aestivum*) tiveram origem a 6.000 a.C. entre os rios Tigres e Eufrates na Antiga Mesopotâmia (CASTRO; KLUGE, 1999). Essa cultura possuiu um papel muito importante no desenvolvimento da civilização, pois para aumentar os recursos alimentares e atender a demanda da população, houve grande necessidade de intensificar o cultivo dos cereais (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011).

Por volta de 4.000 a.C., os antigos egípcios descobriram o processo de fermentação e passaram a produzir o pão. Com essa descoberta, o trigo se espalhou mundialmente e chegou nas Américas através das viagens de colonização no século XV. No Brasil, há relatos de cultivos de trigo no ano de 1.534, mas apenas no século XVII ganhou importância econômica (CONAB, 2017). Segundo Pires *et al.* (2011), somente no ano de 1990 que o trigo ganhou força tecnológica com o desenvolvimento de novas cultivares pela Embrapa. Nesse mesmo ano, o governo criou a Lei 8.096 de 22 de novembro de 1990, a qual decreta livre comercialização e industrialização de trigo de qualquer procedência (CONAB, 2017). Mas essa alteração no setor foi de forma abrupta, ocasionando na quebra de muitos produtores e moinhos com o início da

concorrência estrangeira (JESUS JÚNIOR, 2011). De acordo com De Mori (2015), na década de 80 a área colhida de trigo foi 2,8 milhões de hectares, na década de 90 caiu para 1,7 milhões de hectares e no ano 2000 foi igual a 2,1 milhões de hectares. Por ainda haver instabilidade na garantia de preços nacionais, não houve significativo aumento nas áreas produtoras no Brasil, e ainda há necessidade de importar grandes quantidade para atender o consumo dos moinhos.

A farinha do trigo para panificação é muito importante, pois é a única que possui em sua composição proteínas que formam o glúten e quanto maior a qualidade da farinha maior é o valor agregado ao produto (MITTELMANN *et al.*, 2000). As principais proteínas presentes no grão são as gliadinas e gluteninas, que conferem a massa extensibilidade e elasticidade respectivamente. A massa dessas duas proteínas quando hidratadas, formam o glúten que possui característica viscoelástica, permitindo o armazenamento do gás carbônico originado no processo de fermentação do amido (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Segundo Cazzeta *et al.* (2008), a qualidade da força do glúten presente na farinha é determinada por condições ambientais e genéticas. Algumas cultivares possuem maior potencial genético para essa característica e com adubações adequadas de nitrogênio, boa radiação solar e acesso a água, expressam maiores quantidades de proteína no grão, aumentando a força de glúten.

Estima-se que sejam produzidas 776 milhões de toneladas de trigo na safra 2021/2022, sendo os maiores produtores União Europeia (139 milhões de toneladas), China (136,9 milhões de toneladas) e Índia (109,5 milhões de toneladas). O Brasil está na 15ª posição no ranking de produtores mundiais com total de produção de 7,9 milhões de toneladas (CONAB, 2022). A principal região produtora de trigo no Brasil é o Sul com 2,4 milhões de hectares, sendo o maior produtor o estado do Paraná com 1,2 milhões de hectares. Em 2021 a área plantada de trigo era de 2,7 milhões de hectares totalizando em 7,9 milhões de toneladas. Mesmo com o saldo histórico de aumento de produção, o Brasil terá que importar cerca de 6,5 milhões de toneladas de grãos para atender a demanda interna (CONAB, 2022).

O Brasil possui grande potencial para produzir trigo, com possibilidade de aumento de área plantada, sendo possível o país deixar de ser um dos maiores importadores de grãos mundial e passar a exportar o produto (PASINATO *et al.*, 2018). A produção de trigo no Cerrado do Brasil Central vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Segundo a Embrapa (2020), na safra de 2019 foram cultivados 100 mil hectares nessa região e há possibilidade de produção em mais 2 milhões de hectares. Isso se deve as condições favoráveis dessa região, relevo plano e boa radiação solar, que permitem que cultivares de trigo adaptadas ao clima produzam grãos com qualidade excelente de farinha para panificação (TRINDADE *et al.*, 2006; PIETRO SOUZA *et al.*, 2013; EMBRAPA, 2020).

2.2 PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO

Os perfilhos ou afilhos são estruturas originárias de meristemas axilares, que se desenvolvem desde o primeiro dia após a emergência da plântula (ALVES *et al.*, 2005). E são morfológicamente semelhantes ao colmo principal dos cereais de inverno (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Há uma relação fonte e dreno com ligações vasculares entre essas duas estruturas, na fase inicial do desenvolvimento dos perfilhos, sendo possível a translocação de fotoassimilados de um tecido fotossinteticamente ativo (fonte), para um tecido que não é capaz de produzir fotoassimilados suficientes para sobreviver (dreno) (TAIZ *et al.*, 2017). Segundo Alves *et al.* (2000), os perfilhos em seus estágios iniciais dependem exclusivamente das reservas do colmo principal para seu desenvolvimento, tornando-se independentes só depois da terceira folha totalmente expandida.

Como são capazes de formar espigas, os perfilhos, podem possuir um importante papel no rendimento de grãos, principalmente da cultura do trigo exercendo potencial compensatório quando há deficiência no stand de plantas (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Segundo Mundstock (1999), contudo, alguns perfilhos possuem pouca participação no rendimento de grãos. Como o período de perfilhamento é prolongado, desde as primeiras folhas até o alongamento do colmo, os perfilhos mais tardios possuem pouca capacidade de competição, por água, nutrientes e luz, e acabam morrendo (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Segundo Fioreze *et al.* (2020), a emissão de perfilhos tardios e/ou inférteis, representa um gasto desnecessário de energia da planta, provocando redução do potencial produtivo do colmo principal e risco de morte dos perfilhos. Além disso, há diferenças na época de maturação do colmo principal e dos perfilhos férteis, ocasionando em redução na qualidade dos grãos (THIRY; SEARS; SHROYER, 2002).

A diferença de maturação do colmo principal e dos perfilhos é influenciada por características ambientais. Temperaturas baixas e grande disponibilidade de água e nitrogênio favorecem a produção de perfilhos espaçados ao longo do tempo. Mas a desuniformidade de stand é a característica mais expressiva dentre elas (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Contudo, o desenvolvimento dos perfilhos não é influenciado apenas por fatores ambientais, é a interação genótipo x ambiente que definirá a quantidade e a produtividade, durante as fases de iniciação, emergência e estabelecimento de perfilhos (FIOREZE; RODRIGUES, 2012). Existem cultivares de trigo que possuem maior capacidade genética para o perfilhamento e com

maior espaçamento entre plantas, emitem maior quantidade de perfilhos (THIRY; SEARS; SHROYER, 2002).

Um ideótipo de planta de trigo foi definido por Donald (1968), como uma planta apresentando apenas o colmo principal (unicolmo), com porte ereto e estatura semi-anã. Essa hipótese foi confirmada por Sedgley (1991), ao perceber que uma planta unicolmo não gastaria sua energia em estruturas morfológicas, como perfilhos, direcionando todas as suas reservas para o enchimento de grãos, produzindo maiores quantidades e tamanhos de grãos por espiga. O pesquisador Richards (1983), identificaram uma mutação no gene recessivo *tin3* localizado no braço longo do cromossomo 3 A do trigo, que inibe o desenvolvimento dos perfilhos. Segundo Kebrom *et al.* (2012), o gene *tin3* é responsável por acelerar o tempo de alongamento dos internódios basais do colmo principal, regulando o perfilhamento indiretamente. Essas plantas mutantes, expressam uma alteração na translocação de fotoassimilados, quando comparadas as plantas multicolmos, dependem menos das variações ambientais visto que não há concorrência dentro da própria planta por água e nutrientes, havendo uma maximização no rendimento de grãos (VALÉRIO *et al.*, 2009).

Segundo a literatura há diferença de período de maturação entre as plantas multicolmo e unicolmo. As plantas que apresentam mutação (unicolmo), expressam desenvolvimento de folhas mais rápido e assim possuem menor ciclo e maturam mais cedo (DOFING; KARLSSON, 1993). Nesse mesmo contexto, algumas plantas de trigo apresentam um retardo na senescência, e de acordo com Gregersen *et al.*, (2013), na literatura há controvérsias sobre essa influência. Em alguns trabalhos os efeitos foram positivos, indicando que a permanência de folhas verdes por mais tempo contribui para o enchimento de grãos. Mas alguns materiais, indicam que o retardamento da senescência pode prejudicar a remobilização de nitrogênio das folhas e colmos para os grãos, reduzindo a qualidade industrial do trigo (GREGERSEN *et al.*, 2013).

2.3 DESFOLHA NA CULTURA DO TRIGO

As plantas possuem mecanismos que detectam mudanças no ambiente, como condições que impedem a planta de atingir todo o seu potencial genético produtivo máximo. E é a partir de rotas antiestresse alternativas que as plantas possuem a capacidade de se adaptar ou aclimatar a condições estressantes ao seu desenvolvimento (TAIZ *et al.*, 2017).

A cultura do trigo apresenta sensibilidade em condições de estresse, principalmente quando há incidência de altas temperaturas e déficit hídrico. Nessas situações, a planta busca se aclimatar ao ambiente alterando estruturas morfológicas e fisiológicas. Exemplos de

adaptações são fechamento de estômatos, inibição da fotossíntese, reduções na área foliar, alteração na partição de carbono e em casos extremos morte celular com abscisão foliar (GONDIM, 2006; TAIZ *et al.*, 2017).

Segundo Lawlor e Uprety (1993), a redução na área foliar provocada por estresse ocasiona menor números de estômatos e menor tecido fotossinteticamente ativo, diminuindo a produção de fotoassimilados e levando a uma redução nos parâmetros de produtividade. Mas, Richards (1983), observou que a redução do excesso de área foliar, promove maior aproveitamento do uso da água pela planta, visto que há redução na taxa de transpiração. Além disso, a menor quantidade de massa de folhas permite que mais luz chegue ao dossel, havendo aumento da quantidade de vermelho em proporção ao vermelho extremo.

A contribuição das folhas de trigo para o acúmulo de carboidratos, que serão destinados a produção de grãos, varia de acordo com a sua disposição ao longo do colmo. Segundo Sharma *et al.* (2003), as folhas basais contribuem com cerca de 15 a 20% na produção da cultura. Já a folha bandeira juntamente com as aristas, são responsáveis pela maior parte do rendimento de grãos. Isso ocorre por serem as fontes de fotoassimilados que se encontram mais próximas da espiga, pela maior permanência de clorofila em seus tecidos, já que são estruturas mais jovens, e pela maior interceptação luminosa sem prejuízos causados pelo auto sombreamento (FIOREZE *et al.*, 2012).

Com o objetivo de suprir as necessidades dos órgãos vegetais, os carboidratos produzidos pela assimilação de CO₂, nos tecidos fotossinteticamente ativos (fontes), devem ser distribuídos pela planta. O carregamento dos fotoassimilados é feito pelo floema, onde a mobilização é destinada aos órgãos em crescimento (drenos), folhas jovens, raízes, perfilhos, tecidos de reservas e espigas (ALEXANDRINO, 2003).

O colmo principal é um importante tecido de reserva, onde há crescente acúmulo de carboidratos até a antese e há remobilização de carbono para a espiga no enchimento de grãos. Essa é uma fase bem crítica para a cultura, sendo que há início na diminuição de fotoassimilados produzidos pela fonte, seja pelo início do processo de senescência foliar ou por estresses que podem vir a ocorrer no período de enchimento de grãos. Destaca-se então a importância do acúmulo de reservas do colmo principal para a produtividade da cultura (BLUM, 1998; FIOREZE; RODRIGUES, 2012).

Para alcançar bons parâmetros produtivos na cultura do trigo é necessário boa disponibilidade e eficiência no uso da água, e na partição de fotoassimilados dentro da planta. Quando as plantas são submetidas a desfolha, há alteração na distribuição de fotoassimilados podendo afetar diretamente o enchimento de grãos e a sua qualidade industrial.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em cultivo protegido no período de inverno, entre os meses de junho e novembro de 2019, na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos – SC. A área está localizada na latitude 27°16'26.55" S e longitude 50°30'14.41W e apresenta altitude média 1000 metros em relação ao nível do mar. De acordo com Köppen, o clima é classificado como Cfb temperado, com temperaturas médias que variam entre 15°C e 25°C e precipitação média anual de 1500 mm.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema fatorial 2 x 3 constituindo 24 unidades experimentais. O primeiro fator foi constituído pela remoção ou não de todos os perfilhos emitidos de cada planta (Figura 1). O segundo fator composto por: (i) controle (sem desfolha); (ii) retirada de todas as folhas; e (iii) retirada de todas as folhas exceto a folha bandeira (Figura 2). A cultivar utilizada no ensaio foi a BRS 394 que apresenta ciclo precoce e é classificada como classe comercial melhoradora. Cada unidade experimental foi composta por um vaso de polietileno com volume de 3,6 dm⁻³, preenchido com solo adubado e corrigido (ver descrição a seguir).

Figura 1 – Comparativo entre plantas de trigo, BRS 394, submetida a retirada dos perfilhos ou unicolmo (esquerda) e plantas multicolmo (direita).



Fonte: O autor (2019).

Figura 2 – Plantas de trigo, BRS 394, submetidas a níveis de desfolha. Controle (esquerda), folha bandeira (centro) e desfolha total (direita).



Fonte: O autor (2019).

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O solo utilizado no ensaio é um Cambissolo Háplico (SANTOS *et al.*, 2013), de textura argilosa (550 g kg^{-1} de argila). O solo foi corrigido com calcário de alto PRNT na dose de $1,5 \text{ g dm}^{-3}$. A adubação de base seguiu os parâmetros de acordo com as exigências da cultura do trigo, sendo a dose de $0,19 \text{ g dm}^{-3}$ de cloreto de potássio ($60\% \text{ K}_2\text{O}$) e $2,16 \text{ g dm}^{-3}$ de superfosfato triplo ($42\% \text{ P}_2\text{O}_5$), ambos triturados e homogeneizados ao solo (MARSARO JÚNIOR, A. L. *et al.*, 2020). Após a correção e adubação, o solo foi incubado, mantendo a sua capacidade de campo, por cerca de 30 dias para estimular a reação do calcário. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com ureia dissolvida em água (45% de N) na dose de 25 mg dm^{-3} de N, aos 3, 20, 31, 45 e 59 dias após a emergência (DAE).

O experimento foi semeado dia 19 de junho de 2019. As sementes foram tratadas com Tiofanato-metílico (Certeza[®]) e Tiametoxam (Cruizer[®]). Foram semeadas três sementes em cada vaso, à uma profundidade de 3 cm. Após a emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por vaso.

A remoção dos perfilhos para o tratamento unicolmo (plantas submetidas as retiradas dos perfilhos) foi feita de forma manual com o auxílio de uma pinça assim que emergiram, desde o início do perfilhamento até o final do perfilhamento. Para o tratamento multicolmo, o colmo principal foi identificado com um barbante de algodão para as avaliações. A desfolha foi realizada no período de antese com o auxílio de uma tesoura.

A umidade do solo foi mantida próxima a capacidade de campo com regas manuais sempre que necessário, para garantir adequado desenvolvimento das plantas. O controle de plantas daninhas também foi realizado de forma manual sempre que essas emergiam. Aos 45 dias após a emergência foi realizado uma aplicação do fungicida Tilt[®] (Propiconazol), para controlar o oídio (*Blumeria graminis*).

3.4 AVALIAÇÕES

Na antese, as folhas bandeiras dos colmos principais dos tratamentos submetidos à desfolha total foram coletadas para determinação do comprimento e largura. Após a mensuração, porções da epiderme adaxial e abaxial das folhas foram amostradas em lâminas de microscopia, com auxílio de cola instantânea. A coleta foi realizada através da aplicação de uma gota de cola instantânea em uma lâmina de microscopia onde as alíquotas das folhas foram dispostas sobre a cola por alguns segundos, para que a epiderme se aderisse à lâmina, e depois

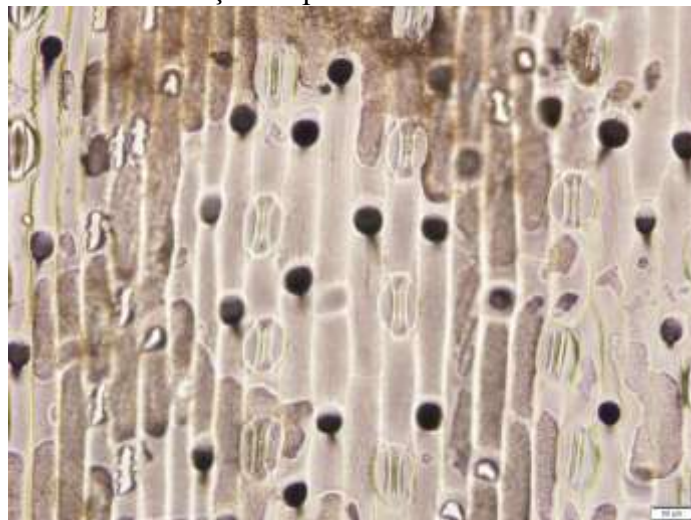
foram removidas cuidadosamente (Figura 3). As lâminas foram amostradas por meio de fotografias digitais, obtidas com o microscópio óptico da marca Olympus modelo BX53, para determinação da densidade estomática e das dimensões médias das células guarda, utilizando o programa ImageJ (Figura 4).

Figura 3 – Impressão da epiderme foliar, face abaxial e adaxial, da folha bandeira de plantas de trigo, BRS 394, submetidas a remoção de perfilhos e a desfolha.



Fonte: O autor (2019).

Figura 4 – Imagem dos estômatos da folha bandeira de plantas de trigo, BRS 394, submetidas a remoção de perfilhos e a desfolha.



Fonte: O autor (2019).

No período de antese, aos 101 DAE, foram realizadas medidas de assimilação líquida de carbono, condutância estomática, transpiração e eficiência do uso da água com o auxílio do sistema portátil de fotossíntese IRGA LI-6400. A folha bandeira de cada planta foi avaliada, no

período das 6h00, 9h00, 12h00, 15h00 e 18h00, exceto as plantas do tratamento desfolha total. A referência constante de CO₂ atmosférico para todas as amostras foi de 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$

Ao final do ciclo da cultura, aos 125 DAE, foram avaliados os parâmetros biométricos e os componentes de produção, determinando-se a altura de plantas, diâmetro do colmo principal (basal e apical), com auxílio de um paquímetro digital, número de espiguetas férteis e inférteis, comprimento da ráquis, número e massa de grãos. Os colmos principais e os grãos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 60°C e posteriormente pesados para se obter massa seca de colmo e de grão.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

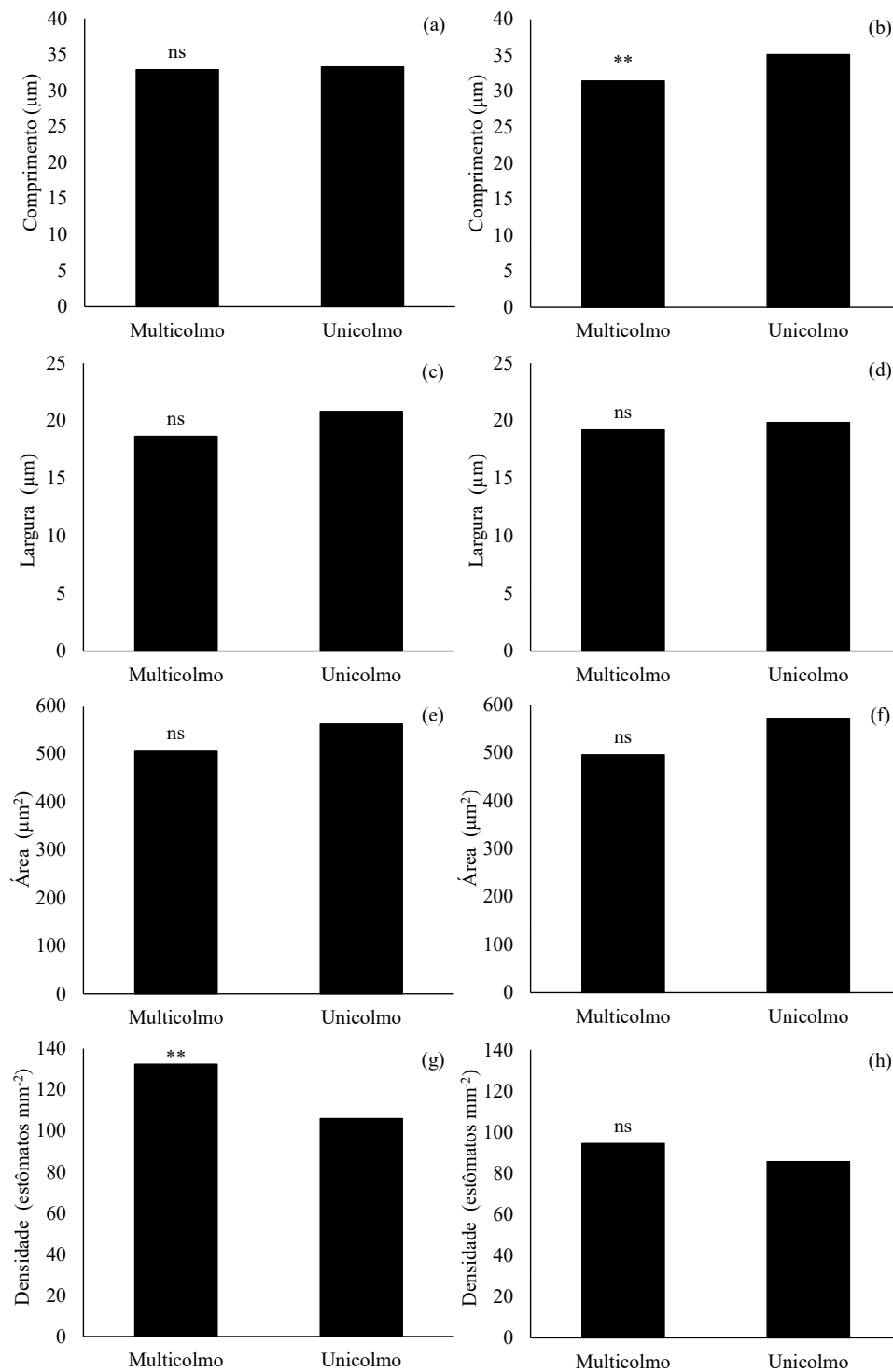
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do software SISVAR, e quando significativas as médias foram comparadas por meio do teste t de Student ($p < 0,01$ e $p < 0,07$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DA FOLHA BANDEIRA

A remoção dos perfilhos promoveu alterações em alguns parâmetros morfológicos da folha bandeira em plantas de trigo (Figuras 5 e 6). Para os parâmetros da porção adaxial da folha bandeira foram observadas diferenças entre plantas unicolmo e multicolmo apenas para a densidade de células guarda, de modo que a retirada dos perfilhos resultou em redução nos valores (Figura 5g). Os parâmetros da porção abaxial da folha bandeira apresentaram diferenças entre plantas unicolmo e multicolmo apenas para o comprimento do poro estomático, sendo que as plantas submetidas a retirada dos perfilhos apresentaram maior comprimento do poro estomático (Figura 5b). Os demais parâmetros não apresentaram efeito da retirada dos perfilhos. O comprimento do poro estomático foi maior em plantas unicolmo, mas as plantas multicolmo apresentaram maior densidade, surtindo um efeito compensatório.

Figura 5 – Comprimento, largura e área do poro estomático e densidade de estômatos da superfície adaxial (a, c, e, g) e abaxial (b, d, f, h) de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos. Curitiba (SC), 2019.

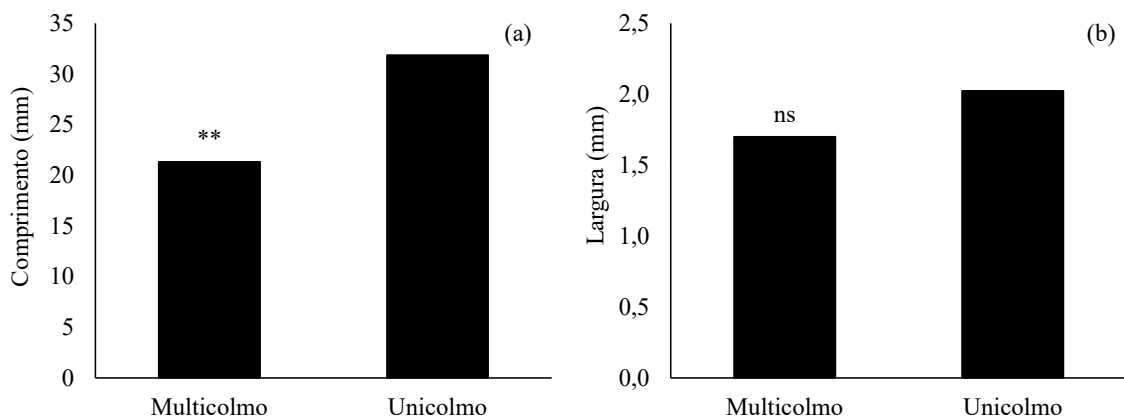


Onde, ns: não significativo pelo teste t de Student; **significativo pelo teste t de Student ($p < 0,01$).

Fonte: O Autor (2019).

Para o tratamento em que foram removidos os perfilhos (plantas unicolmo) foi possível observar aumento significativo no comprimento das folhas (Figura 6). Com a remoção dos perfilhos, elimina-se a competição intraespecífica e mais fotoassimilados ficam disponíveis para serem particionados entre o colmo remanescente e as folhas. Guo e Schnurbush (2015), encontram em seus estudos resultados semelhantes, onde a remoção de perfilhos disponibilizou mais recursos para o crescimento da parte aérea.

Figura 6 – Comprimento (a) e largura (b) da folha bandeira de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos. Curitiba (SC), 2019.



Onde, ns: não significativo pelo teste t de Student; **significativo pelo teste t de Student ($p < 0,01$).
Fonte: O Autor (2019).

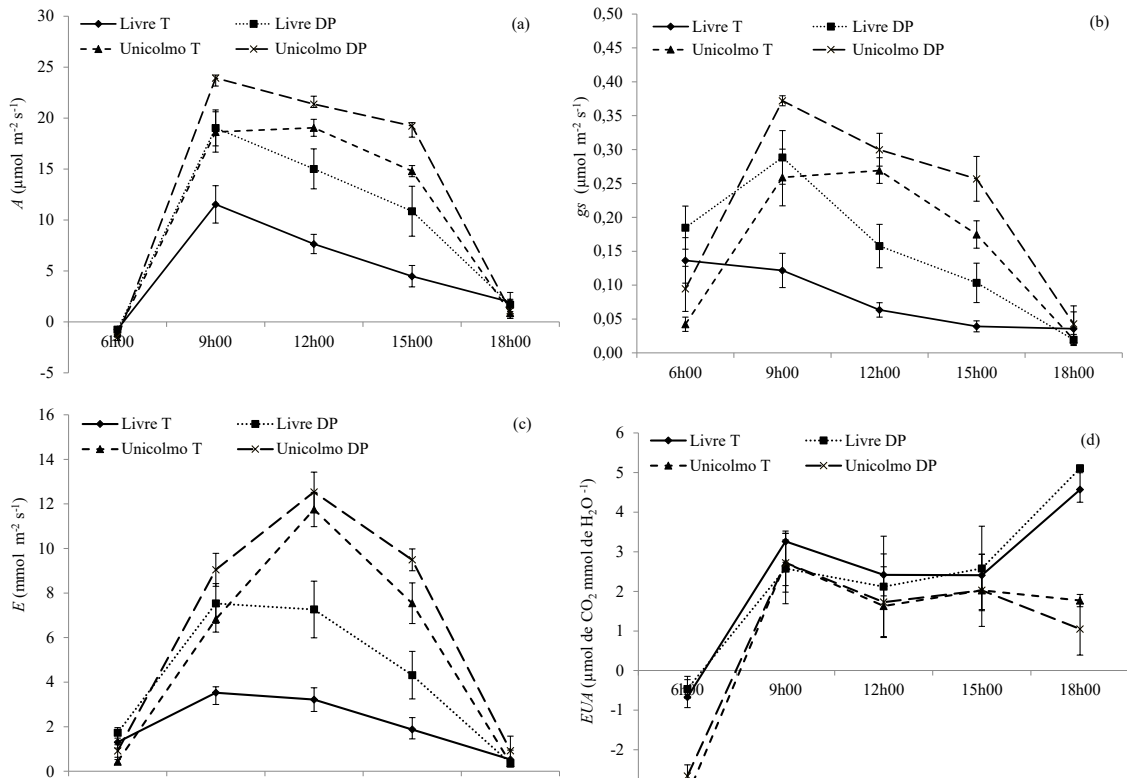
A folha bandeira e as aristas são responsáveis por grande parte da produção e do rendimento de grãos das plantas de trigo. Isso ocorre devido ao seu posicionamento na planta, sendo a fonte de fotoassimilados mais próxima da espiga. Além disso, é a folha que se mantém mais tempo verde permanecendo fotossinteticamente ativa (GONDIN, 2006; FIOREZE; RODRIGUES, 2011; MAZZUCO, 2019). Souza *et al.* (2013), chegaram a conclusão em seus estudos que a remoção da folha bandeira e uma abaixo, provocou a redução de 60,46% da massa de grãos do colmo principal. Mahmood e Chowdhry (1997), relataram queda 34,5% na produtividade do trigo apenas com a remoção da folha bandeira. O maior comprimento da folha bandeira e, por conseguinte sua maior área foliar, aumentam a sua capacidade fotossintética contribuindo com a maior produção de fotoassimilados que serão destinados ao enchimento de grãos. Contudo, em condição de estresses por déficit hídrico, a maior área foliar pode proporcionar maiores taxas de transpiração, podendo em condições críticas levar a desidratação extrema da planta (GONDIM, 2006).

4.2 TROCAS GASOSAS

De modo geral, plantas submetidas a retirada de perfilhos apresentaram maiores valores de assimilação líquida de carbono, principalmente nos horários de maior irradiação (entre 09h00 e 15h00) (Figura 7a). A desfolha parcial de plantas de trigo resultou em maiores taxas de assimilação líquida de carbono na folha bandeira remanescente, independentemente do manejo dos perfilhos. Esta parece ser uma estratégia adaptativa em resposta a desfolha, para manutenção do desenvolvimento dos grãos. De maneira semelhante aos valores de assimilação líquida de carbono, os maiores valores de condutância estomática e transpiração foram observados nas plantas unicolmo. A atividade fotossintética dessas plantas foi mais elevada ocasionando em maiores taxas de transpiração, acarretando em menor eficiência do uso da água, quando comparado as plantas com perfilhamento livre (Figura 7).

As plantas com remoção de perfilhos se assemelham, morfológicamente, ao mutante *tin* pois apresentam em suas folhas maior potencial fotossintético, estando associado aos maiores níveis de nitrogênio foliar, o que explica a elevação dos valores de assimilação líquida de carbono. Também foi observado durante o experimento, coloração mais acentuada nas folhas (não avaliado) das plantas unicolmo, o que pode ser um indicativo de maior teor de nitrogênio, já que esse se encontra na forma de clorofila (HENDRIKS *et al.*, 2016). Além disso, plantas unicolmo apresentam maior relação raiz:parte aérea, possibilitando a essas plantas maior acesso a água, fator determinante para a manutenção da abertura estomática (HENDRIKS *et al.*, 2016).

Figura 7 – Curva diária de assimilação líquida de carbono (a), condutância estomática (b), transpiração (c) e eficiência do uso da água (d) de plantas de trigo submetidas à retirada de perfilhos e desfolha parcial. Curitibaanos (SC), 2019.



Onde, T: testemunha; DP: desfolha parcial; as barras verticais representam o desvio padrão da média.

Fonte: O Autor (2019).

Com o início do desenvolvimento dos grãos, há dominância do crescimento da parte reprodutiva sobre a vegetativa, momento em que a planta estabelece uma nova relação entre fonte e dreno alterando a sua partição de assimilados. O trigo, assim como outras gramíneas, possui produtividade limitada de assimilados pela força do dreno que é determinada pela intensa atividade metabólica do órgão (PIMENTEL, 1998).

O gradiente de concentração para o transporte de assimilados entre fonte e dreno é controlado por fitormônios, que atuam como mensageiros entre células, e outros metabólitos (PEREIRA; PAIVA, 2008). A capacidade da fonte em translocar assimilados para o dreno, também depende do balanço entre o carbono produzido e consumido nesse órgão. O alto consumo de carbono no enchimento de grãos, resultou em maior atividade fotossintética da fonte.

4.3 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE PLANTAS

Os parâmetros morfológicos e produtivos de plantas de trigo são apresentados na Tabela 1. Observou-se interação entre a desfolha e o manejo dos perfilhos para diâmetro basal e apical do colmo principal, massa de matéria seca do colmo principal, grãos por espiguetas, número de grãos, massa de grãos e massa individual de grãos. Variações para os fatores isolados foram observadas nos componentes comprimento da ráquis, número de espiguetas férteis e número de espiguetas totais, onde plantas unicolmos apresentaram valores superiores.

Tabela 1 – Parâmetros morfológicos e produtivos de plantas de trigo (BRS 394) submetidas à retirada dos perfilhos e à desfolha. Curitibaanos (SC), 2019.

	ALT	DBC	DAC	CR	NESPGF	NESPGINF
Multicolmo	84,6	4,9	2,9	12,0 b	22,3 b	0,6
Unicolmo	81,5	4,9	3,8	15,1 a	23,8 a	0,3
<i>p</i>	0,14	0,79	0,00	0,00	0,01	0,26
Testemunha	82,19	4,53	3,21	13,11	23,50	0,63
Folha bandeira	84,50	5,41	3,68	14,26	23,00	0,13
Total	82,50	4,76	3,25	13,24	22,75	0,63
<i>p</i>	0,58	0,03	0,02	0,25	0,46	0,12
<i>p</i> (TxD)	0,98	0,06	0,02	0,11	0,71	0,20
CV (%)	5,71	12,30	9,86	10,66	5,19	114,42
	NESPGT	GESP	NG	MG	MSC	MIG
Multicolmo	22,92 b	3,41	78,17	3,02	1,93	38,75
Unicolmo	24,17 a	5,66	136,50	5,31	2,75	37,76
<i>p</i>	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
Testemunha	24,13	4,64	112,38	4,63	2,38	40,93
Folha bandeira	23,13	5,11	119,13	5,14	2,57	42,35
Total	23,38	3,86	90,50	2,73	2,07	31,49
<i>p</i>	0,29	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
<i>p</i> (TxD)	1,00	0,04	0,04	0,00	0,07	0,02
CV (%)	5,39	13,09	12,98	21,01	20,26	12,42

TxD: interação entre os tratamentos; ALT: altura (cm); DBC: diâmetro basal do colmo (mm); DAC: diâmetro apical do colmo (mm); CR: comprimento da ráquis (cm); NESPGF: número de espiguetas férteis; NESPGINF: número de espiguetas inférteis; NESPGT: número de espiguetas totais; GESP: grãos por espiguetas; NG: número de grãos; MG: massa de grãos (g); MSC: massa seca do colmo (g); MIG: massa individual de grãos (mg); CV: coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,07$).

Analisando os parâmetros morfológicos apresentados na Tabela 2, pode-se observar que as plantas com perfilhamento livre não diferem entre si quando submetidas a desfolha. Já as plantas unicolmo, apenas com a folha bandeira apresentaram os maiores resultados de diâmetro e massa de matéria seca do colmo principal. De maneira geral, a desfolha parcial aumentou o diâmetro do colmo em plantas unicolmo, o que pode estar associado com a maior atividade

fotossintética da folha bandeira. Além disso, a ausência da competição entre perfilhos, permitiu maior acúmulo de reservas no colmo principal, sendo um importante mecanismo para suprir o enchimento de grãos principalmente em situações de estresse. Guo e Schnurbusch (2015), encontraram resultados semelhantes em seus estudos e concluíram que o maior acúmulo de carboidratos solúveis proporciona maior fertilidade das espiguetas.

As plantas multicolmo apresentaram valores mais baixos de massa seca do colmo principal para o tratamento com apenas a folha bandeira. A competição por fotoassimilados entre os perfilhos resultou em menor acúmulo de reservas no colmo principal. Também houve redução no diâmetro apical quando submetido a desfolha total.

Tabela 2 – Desdobramento da interação entre retirada de perfilhos e desfolha de plantas de trigo para os parâmetros morfológicos de plantas. Curitiba (SC), 2019.

	DBC (mm)		DAC (mm)		MSC (g)	
	Multicolmo	Unicolmo	Multicolmo	Unicolmo	Multicolmo	Unicolmo
Testemunha	4,9 Aa	4,2 Ab	3,1 Aa	3,4 Ab	2,2 Aa	2,6 Aab
Folha bandeira	5,0 Aa	5,9 Aa	2,3 Ba	4,4 Aa	1,8 Ba	3,3 Aa
Total	4,8 Aa	4,7 Ab	2,8 Ba	3,7 Ab	1,8 Aa	2,3 Ab

DBC: diâmetro basal do colmo (mm); DAC: diâmetro apical do colmo (mm); MSC: massa seca do colmo (g); Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,07$).

Independente da desfolha ou não, plantas unicolmo apresentaram maior número de grãos por espiguetas (GESP) (Tabela 3). Para plantas multicolmo não houve efeito da desfolha no número de GESP. Avaliando esse mesmo parâmetro, plantas unicolmo apenas com a folha bandeira apresentaram os melhores resultados. O mesmo padrão se repete para número de grãos por espiguetas, havendo apenas a não diferenciação de plantas unicolmo com o tratamento folha bandeira e a testemunha. Os valores de massa de grãos por espiga foram maiores em plantas unicolmo nos tratamentos testemunha e folha bandeira, enquanto que para plantas submetidas a desfolha total não houve diferença entre os tratamentos com e sem perfilhos. Para massa individual de grãos, os menores valores foram encontrados apenas em plantas unicolmo submetidas a desfolha total, enquanto os outros tratamentos não apresentaram diferença significativa.

A remoção dos perfilhos, resultou em um expressivo aumento dos parâmetros produtivos da espiga do colmo principal, em especial no tratamento submetido a desfolha parcial. Mas essas plantas ao serem submetidas a desfolha total, apresentaram grandes quedas de valores, mesmo assim foram superiores as plantas de perfilhamento livre, exceto na massa individual de grãos.

Tabela 3 – Desdobramento da interação entre retirada de perfilhos e desfolha de plantas de trigo para os parâmetros produtivos. Curitibaanos (SC), 2019.

	GESP		NG	
	Multicolmo	Unicolmo	Multicolmo	Unicolmo
Testemunha	3,7 Ba	5,6 Ab	87,0 Ba	137,75 Aab
Folha bandeira	3,5 Ba	6,7 Aa	78,75 Ba	159,5 Aa
Total	3,0 Ba	4,7 Ab	68,75 Ba	112,25 Ab

	MG (g)		MIG (mg)	
	Multicolmo	Unicolmo	Multicolmo	Unicolmo
Testemunha	3,5 Ba	5,8 Aa	39,8 Aa	42,0 Aa
Folha bandeira	3,1 Ba	7,1 Aa	40,1 Aa	44,6 Aa
Total	2,5 Aa	3,0 Ab	36,3 Aa	26,7 Bb

GESP: grãos por espiguetas; NG: número de grãos; MG: massa de grãos (g); MIG: massa individual de grãos (mg); Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,07$).

O aumento dos parâmetros produtivos das plantas submetidas a retirada dos perfilhos, pode estar associado a menor competição de drenos quando comparado a plantas multicolmos que competem entre seus perfilhos por nutrientes, água e luz. E também está associado com o maior investimento em diferenciação das espiguetas. É na fase de perfilhamento do trigo que é definido o potencial número de espiguetas por espiga. No ponto de crescimento, abaixo da superfície do solo, ocorre o estágio de desenvolvimento de duplo anel, onde há diferenciação das espiguetas na espiga até o estágio de espiguetas terminal no início do alongamento (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Nessa fase do desenvolvimento, enquanto as plantas multicolmos estavam em período intenso de perfilhamento, onde as reservas estavam sendo destinadas ao crescimento vegetativo, as plantas unicolmo dispuseram de maiores quantidades de assimilados e nutrientes particionados para a diferenciação das espiguetas. Além disso, a maior capacidade fotossintética das plantas unicolmo contribuiu para os incrementos significativos na massa de grãos e massa de mil grãos. Esses resultados já foram relatados pela literatura tanto em cultivo protegido como experimentos implementados a campo com limitação hídrica. (GUO; SCHNURBUSCH, 2016; FIOREZE *et al.*, 2020; FIOREZE *et al.*, 2021).

A desfolha parcial (folha bandeira) demonstrou que as plantas de trigo possuem capacidade de aumentar o seu potencial fotossintético para manter o enchimento de grãos, sendo que a produtividade da cultura é limitada pela capacidade de alocação de reserva nas células dos drenos. O maior potencial produtivo da espiga definido pelo número de espiguetas férteis, número de grãos e massa de grãos, torna essa estrutura um dreno forte. A espiga consome elevados teores de carbono para promover enchimento de grãos e assim estimula maior produção de assimilados a partir da fotossíntese nas folhas (fontes), nesse caso na folha

bandeira. Além disso, a remoção das folhas abaixo da folha bandeira proporcionar aumento da sua capacidade fotossintética (PIMENTEL, 1998).

Em contrapartida a desfolha total em plantas unicolmo demonstrou redução do seu potencial produtivo indicando que essas dependem mais da capacidade de fonte de assimilados do que as plantas com perfilhamento livre. Como já foi comentado, o grande potencial de dreno das espigas de plantas unicolmo as tornam mais sensíveis a desfolha total, sendo que a produção de fotoassimilados nas aristas não é o suficiente para suprir o enchimento de grãos. Gondin (2006), encontrou resultados semelhantes em seu estudo, onde quanto maior o nível de desfolha menor o rendimento de grãos, devido a diminuição de tecidos fotossintéticos importantes para o enchimento de grãos, como a folha bandeira. Além disso, com a desfolha total não há remobilização de fotoassimilados das folhas para o dreno reprodutivo. A espiga fica dependente dos carbonos solúveis acumulados no colmo principal até o momento da antese e como no tratamento unicolmo não houve a competição entre perfilhos, o acúmulo de reservas foi maior quando comparado com o multicolmo que apresentou os valores mais baixos de grãos por espiga e número de grãos.

5 CONCLUSÕES

A remoção dos perfilhos diminui a competição entre drenos vegetativos e aumenta o potencial produtivo da espiga do colmo principal;

Plantas submetidas a desfolha parcial apresentaram maior potencial produtivo, em função do aumento do potencial fotossintético da folha bandeira;

Plantas submetidas à remoção dos perfilhos são mais susceptíveis à desfolha total no período pós antese.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. **Translocação de assimilados em capim Panicum maximum cv. Mombaça, crescimento, características estruturais da gramínea e desempenho de novilhos em piquetes sob pastejo de lotação intermitente.** 2003. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Sistema vascular e controle do desenvolvimento de perfilhos em cereais de estação fria. **Revista Brasileira de Botânica**, V. 23, p. 59-67, 2000.
- ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. de. Iniciação e emergência de afilhos em cereais de estação fria. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 39-45, 2005.
- BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Biology Euphytica**, v. 100, n. 1, p. 77-83, 1998.
- CAZZETA, D. A. *et al.* Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos a adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 741-750, 2008.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**, 1 ed. São Paulo: Nobel, 1999. p. 126.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Produção e balanço de oferta e demanda de grãos.** 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 15 fev. 2022.
- Companhia Nacional de Abastecimento – **A cultura do trigo.** Brasília: Conab, 2017. p. 2018.
- DE MORI, C. Aspectos Econômicos da Produção e Utilização. In: BOREM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo: do plantio a colheita.** Viçosa: UFV, 2015. p. 11 – 34.
- DOFING, S. M.; KARLSSON, M. G. Growth and development of unicum and conventional-tillering barley lines. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 1, p. 58-61, 1993.
- DONALD. C. M. Breeding of crop ideotypes. **Euphytica**, v.17, p. 385-403, 1968.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Produção de trigo no Cerrado do Brasil Central tem potencial para crescer 20 vezes.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50236912/producao-de-trigo-no-cerrado-do-brasil-central-tem-potencial-para-crescer-20-vezes> Acesso em: 23 de fev. 2020.
- FELÍCIO, J. C. *et al.* Novos genótipos de Triticum durum L.: Rendimento, adaptabilidade e qualidade tecnológica. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 83-94, 1999.
- FIGUEIREDO, S. L.; RODRIGUES, J. D. Efeito da densidade de semeadura e reguladores vegetais sobre os caracteres morfofisiológicos da folha bandeira do trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 89-96, 2012.

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

FIGLIANO, S. L. *et al.* Role of nonproductive tillers as transient sinks of assimilates in wheat. **Bragantia**, v. 79, n. 2, 2020.

GONDIM, T. C. O. **Efeito de desfolha nas características agrônômicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo**. 2006. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

GREGERSEN, P. L.; CULETIC, U.; BOSCHIAN, G.; KRUPINSKA, K. Plant senescence and crop productivity. **Plant Molecular Biology**, v. 82, p. 603-622, 2013.

GUO, Z.; SCHNURBUSCH, T. Variation of floret fertility in hexaploid wheat revealed by tiller removal. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 19, p. 5945-5958, 2015.

HENDRIKS, P. W. *et al.*

A tillering inhibition gene influences root–shoot carbon partitioning and pattern of water use to improve wheat productivity in rainfed environments. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 1, p. 327-340, 2016.

JESUS JÚNIOR, C. de; SIDONIO, L.; MORAES, V. E. G. de. Panorama das importações de trigo no Brasil. **BNDES Setorial**, v. 34, p. 389-420, 2011.

KEBROM, T. H. *et al.* Inhibition of tiller bud outgrowth in the tin mutant of wheat is associated with precocious internode development. **Plant Physiol**, v. 160, n.1, p. 308-318, 2012.

LAWLOR, D. W.; UPRETY, D. C. Effects of water stress on photosynthesis of crops and the biochemical mechanism. *In*: ABROL, Y. P.; MOHANTY, P.; GOVINJEE, E. D. S. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. New Dehli: Oxford and IBH Publishing Co, 1993. p.419-449.

MAHMOOD, N.; CHOWDHRY, M. A. Removal of green photosynthetic structures and their effects on some yield parameters in bread wheats. **Wheat information servisse**, v. 85, p. 14-20, 1997.

MARSARO JÚNIOR, A. L. *et al.* **Informações técnicas para a trigo e triticales: Safra 2020**. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2020.

MAZZUCO, V. **Comportamento morfofisiológico e produtivo de plantas de trigo em função da densidade de semeadura e retirada dos perfilhos**. 2019. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

MITTELMANN, A. *et al.* Herança de caracteres do trigo relacionados à qualidade de panificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 975-983, 2000.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 1999.

- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO. **FAO participa de painel sobre a agricultura brasileira durante conferência internacional sobre fertilizantes**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1098805/>. Acesso em: 23 de fev. 2021
- PASINATO, A. *et al.* Potential area and limitations for the expansion of rainfed wheat in the Cerrado biome of Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53 p. 779-790, 2018.
- PEREIRA, L. E. T.; PAIVA, A. J. O manejo de pastagens e as relações fonte/dreno na planta forrageira. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 22, 2008.
- PIETRO-SOUZA, W. *et al.* Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 575-580, 2013.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998.
- PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. 1 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011.
- RICHARDS, R. A. Manipulation of leaf área and its effects on grain yield in droughted wheat. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 34, p. 23-31, 1983.
- RUBIO, V. *et al.* Plant hormones and nutrient signaling. **Plant Molecular Biology**, v. 69, p. 361–373, 2009.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- SEDGLEY, R.H. An appraisal of the Donald ideotype after 21 years. **Elsevier**, v. 26, n. 2, p. 93-112, 1991.
- SILVA, S. A. *et al.* Composição de subunidades de gluteninas de alto peso molecular (HMW) em trigos portadores do caráter "stay-green". **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 679-683, 2004.
- SCHEUER, P. M. *et al.* Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.
- SHARMA, S. N.; SAIN, R. S.; SHARMA, R. K. Genetic analysis of flag leaf área in durum wheat over environments. **Wheat Information Service**, v. 96, p. 5-10, 2003.
- TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- THIRY, D.E.; SEARS, R.G.; SHROYER, J.P. **Relationship between tillering and grain yield of Kansas wheat varieties**. Manhattan: Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, p. 5, 2002.
- TORRES, G. A. M. *et al.* **Proteínas de reserva do trigo: gluteninas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. (Documentos, 117).

TRINDADE, M. *et al.* Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 24-29, 2006.

VALÉRIO, I. P. *et al.* Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1207-1218, 2009.