

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

Ana Cristina Sales Monteiro

Perfilhamento do trigo em função da aplicação de citocinina sintética

Curitibanos
2022

Ana Cristina Sales Monteiro

Perfilhamento do trigo em função da aplicação de citocinina sintética

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.
Orientador: Prof^ª Dra. Naiara Guerra

Curitibanos

2022

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

Monteiro, Ana Cristina Sales
Perfilhamento do trigo em função da aplicação de
citocinina sintética / Ana Cristina Sales Monteiro ;
orientadora, Naiara Guerra , 2022.
33 p.

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

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Trigo. 3. Perfilhamento. 4. Citocinina
. I. Guerra , Naiara . 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 Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

Ana Cristina Sales Monteiro

Perfilamento do trigo em função da aplicação de citocinina sintética

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

Local, Curitibanos 13 de julho de 2022



Documento assinado digitalmente
Douglas Adams Weiler
Data: 14/07/2022 11:11:16-0300
CPF: 008.111.820-10
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler,
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Naiara Guerra
Data: 14/07/2022 09:25:05-0300
CPF: 348.641.708-86
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^ª. Dra. Naiara Guerra,
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Kelen Cristina Basso
Data: 14/07/2022 09:41:05-0300
CPF: 097.664.788-56
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^ª. Dra. Kelen Cristina Basso,
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Douglas Adams Weiler
Data: 14/07/2022 11:11:16-0300
CPF: 008.111.820-10
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler,
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus pais, Rosa Moreira Sales e Márcio Monteiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre se mostrou presente em meu caminho, me iluminando e guiando.

Aos meus pais Rosa Moreira Sales e Márcio Coninck Monteiro, exemplos de dedicação. Em especial a minha mãe que sempre esteve ao meu lado apoiando minhas decisões, acompanhado minhas melhores e piores fases. Sou muito grata a vida e aos ensinamentos repassados por vocês.

Aos meus tios que mesmo de longe me incentivavam, e de alguma maneira participaram da minha jornada.

A minha vó Vera Lúcia, que sempre torceu e acreditou na minha pessoa. Todas suas orações significaram muito pra mim.

A minha amiga Roberta que escutava minhas lamentações e sempre esteve a disposição para me proporcionar bons momentos de distração nas horas de dificuldade. Sua amizade foi extremamente solene, espero cultiva-la por muito tempo.

Ao meu namorado Eduardo por todo carinho, atenção e companheirismo. Sua prontidão em me ajudar para todas as coisas foi de grande importância. Espero continuar compartilhando ótimos momentos ao seu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel L. Fioreze, pelos puxões de orelha e pela orientação. Agradeço por ter sido um excelente professor e por todo conhecimento compartilhado.

A Prof. Dr. Naiara Guerra que em meio a um contratempo me acompanhou como orientadora no momento da defesa.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa em Fisiologia de Plantas Cultivadas, Elisandra, Maryelza, Iury e Laura. Agradeço pelo auxílio na condução dos experimentos, pelas risadas e conhecimento compartilhado. Cada um teve um papel especial na minha jornada.

Agradeço a todos os professores da Universidade Federal de Santa Catarina, que contribuíram para a construção do meu conhecimento. E também a todos os servidores pelos serviços, estrutura e conversas.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente neste período de graduação, muito obrigada!

RESUMO

O perfilhamento da cultura do trigo é uma característica genética e fortemente influenciada por fatores ambientais como nutrição, água, luz e temperatura. Muitos destes fatores ambientais atuam sobre o balanço hormonal da planta, podendo estimular ou restringir o crescimento lateral (perfilhos). O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da aplicação exógena de citocinina sobre a emissão e sobrevivência de perfilhos de plantas de trigo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizado na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 4. O primeiro fator foi composto de dois cultivares de trigo, BRS Guamirim (alto perfilhamento) e BRS Parrudo (baixo perfilhamento), e o segundo fator da aplicação de citocinina sintética (Benziladenina) nas doses de 0, 100, 200 e 300 ml ha⁻¹ no início do perfilhamento. A partir do alongamento do colmo principal foram realizadas contagens de colmos para determinação do número de perfilhos emitidos (máximo), número final de colmos e o número final de espigas. Também foi realizada a avaliação dos componentes da produção ao final do ciclo da cultura, na planta inteira e em perfilhos individuais. 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). As doses de Benziladenina testadas não afetaram o comportamento produtivo da cultura, nem se quer a uniformidade morfológica e produtiva dos perfilhos. A cultivar BRS Guamirim apresentou maior perfilhamento, compensando a produção de espigas menores, com menos espiguetas e número de grãos, quando comparada a cultivar BRS Parrudo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*. Balanço hormonal. Reguladores de crescimento.

ABSTRACT

The tillering of wheat crops is a feature genetics and strongly influenced by environmental factors such as nutrition, water, light and temperature. Many of these environmental factors act on the plant's hormonal balance, which can stimulate or restrict lateral growth (tillers). The purpose of this work was to study the effects of exogenous cytokinin application on the emission and survival of wheat plant profiles. The experiment was conducted in a greenhouse, located in the experimental area of the Federal University of Santa Catarina – Curitibanos Campus. The experimental design used was in randomized blocks with four replications in a 2 x 4 factorial scheme. The first factor was composed of two wheat cultivars, BRS Guamirim (high tillering) and BRS Parrudo (low tillering), and the second application factor of synthetic cytokinin (Benzyladenine) at doses of 0, 100, 200 and 300 ml ha⁻¹ at the beginning of tillering. From the main stem elongation, stem counts were performed to determine the number of tillers emitted (maximum), final number of stems and the final number of cobs. An evaluation of the production components was also carried out at the end of the crop cycle, in the entire plant and in individual profiles. Data were submitted for analysis of variation when references and means were compared by the Student's t test ($p < 0,05$). The doses of Benzyladenine tested did not affect the productive behavior of the crop, nor even the morphological and productive uniformity of the tillers. The cultivar BRS Guamirim presented higher tillering, compensating the production of smaller cobs, with fewer spikelets and number of grains, when compared with the BRS Parrudo cultivar.

Keywords: *Triticum aestivum*. Hormonal balance. Growth regulators.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de colmos e espigas por planta de cultivares de trigo em função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitiba (SC), 2021.	24
Tabela 2 - Parâmetros produtivos de cultivares de trigo em função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitiba (SC), 2021.	25
Tabela 3 - Valores de variância para parâmetros produtivos entre espigas de cultivares de trigo e função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitiba (SC), 2021.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A CULTURA DO TRIGO.....	14
2.2	PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO	15
2.3	BALANÇO HORMONAL E PERFILHAMENTO	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	20
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.4	AVALIAÇÕES.....	21
3.5	ANÁLISE DE DADOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1	PARÂMENTRO DE PERFILHAMENTO	23
4.2	PARÂMETROS PRODUTIVOS	24
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*), é uma planta pertencente à família Poaceae de ciclo anual que destaca sua importância no cenário econômico por estar entre os três cereais mais cultivados no mundo (CONAB, 2017). É considerada uma das espécies vegetais de maior relevância na dieta alimentar humana por possuir grande parte dos nutrientes essenciais para o homem, como carboidratos, proteínas, gorduras, minerais e vitaminas (BARBIERI; STUMPF, 2008). Sua utilização também vem sendo empregada na composição de rações animais e segundo a Embrapa (2020) novas cultivares específicas estão sendo desenvolvidas com o intuito de substituir o milho pelo cereal de inverno na alimentação animal.

No Brasil, o trigo ainda é pouco cultivado frente ao consumo interno, sendo necessário complementar a demanda do país com importações. Esse cenário é decorrente da falta de políticas agrícolas que estimulem a produção, assim como do baixo valor agregado dado ao cereal. Tendo em vista o grande potencial produtivo do trigo ao redor do mundo se faz necessário estudos que o explorem associando as características morfofisiológicas da cultura a novas técnicas de cultivo (FIOREZE, 2011).

Plantas de trigo apresentam uma capacidade marcante de emitir perfilhos, estruturas oriundas de gemas axilares basais, que são emitidos de forma paralela ao colmo principal (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003; CASTRO; KLUNGE, 1999). Segundo Almeida e Mundstock (2001), as relações existentes entre colmo principal e perfilhos influenciam o número de perfilhos férteis. Desta forma, quando há equilíbrio entre o desenvolvimento dessas duas estruturas, o perfilhamento torna-se compensatório na produtividade de grãos (WOBETO, 1994). No entanto, o que se tem observado é uma grande variabilidade na emissão de perfilhos, devido a fatores genéticos e ambientais, acarretando no perfilhamento desuniforme e na competição por fotoassimilados e nutrientes entre perfilhos e o colmo principal (DRUN, 2018). Nessas condições os perfilhos tornam-se um dreno de assimilados, o qual resulta em baixa participação na produção final e em redução do potencial produtivo do colmo principal.

Sabe-se que os reguladores vegetais são capazes de alterar a morfologia de uma planta de modo a inibir ou promover seu crescimento e desenvolvimento (ALBRECHT *et al.*, 2011). Valério *et al* (2009) destacam que a emissão e desenvolvimento de perfilhos envolvem relações hormonais complexas, onde o balanço entre auxinas (Ax) e citocininas (CK) é o que regula os processos de dominância apical e superação de gemas axilares, respectivamente. Além disso

segundo Taiz e Zeiger (2009) a citocinina exerce efeitos sob a ação da auxina promovendo um melhor crescimento dos perfilhos, podendo este se tornar semelhante ao do colmo principal.

Por meio da aplicação de fitorreguladores é possível alterar o equilíbrio hormonal em plantas cultivadas, proporcionando melhorias em seu desenvolvimento (FIOREZE, RODRIGUES, 2012). Esta técnica agrônômica pode ser capaz de potencializar a produção, através do perfilhamento, aliando-se ao potencial genético das plantas e as condições de campo em que são submetidas (VALÉRIO, 2008).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar se a aplicação exógena de citocinina exerce influência sobre a emissão e sobrevivência de perfilhos em plantas de trigo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar se a aplicação de citocinina exógena promove aumento no número de perfilhos emitidos em cultivares de trigo;

Determinar se a aplicação de citocinina exógena possibilita o aumento no número de espigas (perfilhos férteis) em cultivares de trigo;

Estudar a uniformidade de maturação dos perfilhos quando submetidos a aplicação de citocinina exógena.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o atual cenário de importação de trigo no Brasil, há um interesse em maximizar o rendimento da cultura abrindo espaço para estudos que tragam aprimoramento e respostas acerca de suas características, para que assim possam ser adotadas melhores práticas de cultivo.

Embora existam muitos estudos acerca da emissão de perfilhos do trigo ainda há problemas que circundam esse fator trazendo diferentes teorias, que em algumas vezes tornam-se contraditórias. A variabilidade de perfilhamento na cultura interfere nos demais componentes de produção resultando na queda da produtividade. Visto que, o balanço hormonal está entre os

fatores que afetam a emissão e desenvolvimento de perfilhos, é possível que através da aplicação de citocinina exógena haja uma resposta positiva para essas variantes. Assim, haveria maior uniformidade de perfilhamento com redução de perfilhos tardios, os quais possuem forte tendência a se tornarem inférteis, trazendo como consequência melhoria aos fatores produtivos.

Diante do apresentado espera-se que esse trabalho melhore a compreensão do processo de perfilhamento e com isso seja incrementado o potencial de produção de plantas de trigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) teve o início de sua história datado a cerca de 6700 a.C. na região entre os rios Tigre e Eufrates, correspondente a atual Mesopotâmia que compreende hoje ao território do Iraque (CASTRO; KLUGE, 1999). É uma cultura anual de inverno pertencente à família Poaceae, acredita-se ter sido uma das primeiras espécies cultivada no mundo, sendo na atualidade um dos cereais mais importantes na alimentação humana (JOSHI *et al.*, 2007).

A espécie *Triticum aestivum* originou-se através do cruzamento natural entre *T. monoccocum* (AA) e *T. searssi* (BB), gerando a espécie *T. turgidum* (AABB), este híbrido fértil sofreu, mais tarde, outra hibridação com *T. tauschii* (DD), formando a atual espécie comercial hexaploide com 42 cromossomos (LOPEZ *et al.*, 2012), sendo a mais cultivada no mundo. Em razão do nível de ploidia existente na espécie é possível a produção da mesma em distintos locais edafoclimáticos de cultivo (SILVA, 2011).

Por conta do excelente balanceamento de proteínas com boa digestibilidade e calorias o trigo é considerado um alimento quase completo, sendo uma importante fonte de energia diária ao ser humano. Inicialmente seu consumo se dava através dos grãos em forma de papa, mas por meio dos Egípcios o processo de fermentação foi descoberto por volta de 4000 a.C. (BACALTCHUK; SILVA, 2001; JOSHI *et al.*, 2007; CONAB, 2017). Diante dessa descoberta, a panificação se difundiu e com ela os demais processamentos do trigo que dão origem aos mais diversos produtos como biscoitos, bolos, barras de cereais, massas entre outras formas de utilização de seus derivados pela indústria (SLEPER; POEHLMAN, 2006). Outra utilização atribuída ao trigo é no preparo de formulações de rações, pastejo, silagem e pré-secado, para alimentação animal. Isso decorre por conta das propriedades fornecidas pelo grão, como citado anteriormente, assim como pela alta do preço do milho nos últimos anos que culmina com a época de oferta do trigo (ZAMBOM *et al.*, 2001).

Dentre os maiores produtores mundiais de trigo estão a União Europeia com produção estimada em 154 milhões de toneladas, seguido pela China com 133,5 milhões de toneladas e Índia com 103,6 milhões de toneladas. Na safra de 2020 a produção total de trigo ficou na faixa de 765,5 milhões de toneladas, dos quais tiveram uma participação de 5,2 milhões de toneladas do Brasil, que ocupa a 16^o posição no ranking dos produtores mundiais (CONAB, 2021).

Estima-se haver um crescimento na produção nacional para a safra que será iniciada em agosto de 2022, com 5,4% da área plantada e 8,8% da produção, no entanto o país ainda terá que complementar a demanda interna importando cerca de 6,5 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2022).

O destaque de produção brasileira de trigo encontra-se atualmente na região Sul, sendo que os três estados representam juntos 88% da área total de produção do país (KLEIN, 2020). Na década de 70, o Rio Grande do Sul representava mais da metade da produção nacional correspondendo também o estado com maior área plantada, até que acabou sendo superado pelo Paraná (CONAB, 2017) que hoje é responsável por 49,5% da produção total no país (CONAB, 2021).

Apesar de ser considerada uma cultura típica de estação fria, há uma crescente migração de área cultivada em direção aos polos e ao Equador, devido aos intensos trabalhos de seleção bem como ao desenvolvimento de cultivares que se adaptam a condições específicas de ambiente (CARGNIN *et al.*, 2006). Perante o exposto, a região do Cerrado do Brasil Central representa um grande potencial para a expansão do trigo, devido as condições favoráveis dessa região que possui capacidade de produzir grãos de alta qualidade, que se destacam mesmo quando comparados com países que possuem produção de excelente qualificação industrial, como o Canadá e os Estados Unidos (EMBRAPA, 2020). Essa é uma tendência que vem para explorar o potencial produtivo do trigo no Brasil visando aumentar a área plantada e valorizar o produto interno, na tentativa de sair da posição de um dos maiores importadores mundiais de grãos para quem sabe um exportador do produto (PASINATO *et al.*, 2018).

2.2 PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO

Perfilhos são estruturas emitidas lateralmente ao colmo principal provenientes de meristemas axilares que se desenvolvem desde o primeiro dia após a emergência da plântula. Possuem capacidade de se desenvolver e produzir sendo morfológicamente idênticas ao colmo principal (CASTRO; KLUNGE, 1999; ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2005). Existe uma conexão vascular entre essas estruturas nas etapas iniciais do desenvolvimento, que permite que os produtos fotossintéticos sejam translocados de um tecido fotossinteticamente ativo (fonte) para um tecido dependente desse processo para sobreviver (dreno) (TAIZ *et al.*, 2017). Alves, Mundstock e Medeiros (2000) concluíram que os perfilhos são totalmente

dependentes dos fotoassimilados do colmo principal, principalmente na fase inicial do desenvolvimento até sua terceira folha estar totalmente expandida.

O perfilhamento pode exercer efeito compensatório no rendimento de grãos, por conta da capacidade de formar espigas e preencher espaços vazios na lavoura. Porém essa característica pode não ser expressada devido a emissão irregular e produção de perfilhos tardios (MARTIN, 1987; ZAGONEL *et al.*, 2002). A emissão destes perfilhos desuniformes e inférteis causam competição por água, luz e nutrientes com o colmo principal, representando um gasto energético desnecessário para a planta, o que afeta de forma negativa a diferenciação e formação de espiguetas, dando origem a espigas com menor quantidade de espiguetas viáveis e espigas menores (GUO; SCHNURBUSCH, 2015). Um dos fatores que pode levar a essa desuniformidade e por consequência formação de perfilhos tardios é o período prolongado de perfilhamento (FIROEZE *et al.*, 2019). Além disso, tem-se observado também que a diferença de maturação entre perfilhos e colmo principal tem gerando grãos menores que podem ter qualidade industrial reduzida, em virtude do menor teor de proteínas (THIRY; SEARS; SHROYER, 2002).

A expressão do perfilhamento depende de fatores de importância como o potencial genético. Segundo a literatura, há diferenças no período de maturação entre as plantas com alto e baixo potencial de perfilhamento. Genótipos com elevado potencial de perfilhamento produzem perfilhos por um período prolongado no decorrer do seu ciclo, consequentemente apresentam maior número de perfilhos tardios, assim como distinção entre o estágio fenológico entre perfilhos de uma mesma planta (PORTELLA; SATTLER; FAGANELLO, 2011). Esse efeito gera complicações como a morte dos perfilhos, afetando diretamente o potencial produtivo da planta (SANTOS *et al.*, 2012). Em genótipos com baixo perfilhamento há uma menor necessidade de partição de fotoassimilados entre colmo principal e perfilhos, direcionando suas reservas para o enchimento de grãos, isso acontece devido a sua capacidade de formar menos perfilhos não produtivos (FIOREZE; RODRIGUES, 2014).

A ocorrência de uma mutação existente no gene recessivo *tin3* pode ser um fator que leva a maximização do rendimento de grãos na cultura do trigo. Richards (1983), identificou essa mutação no braço longo do cromossomo 3 A do trigo, a qual possui aptidão de inibir o desenvolvimento dos perfilhos ao acelerar o tempo de alongamento dos internódios basais do colmo principal. Dessa maneira não há concorrência entre colmos da própria planta por água e nutrientes (VALÉRIO *et al.*, 2009).

A expressão do perfilhamento também está vinculada a características ambientais. A ocorrência de baixas temperaturas, aliada a boa disponibilidade de água e nitrogênio culminam na emissão de perfilhos espaçados ao longo do tempo (PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011). Outro fator fundamental é a qualidade de luz, sendo que as relações entre vermelho e vermelho extremo (V:Ve) interferem na dominância apical das plantas (ALVES, 1998). A qualidade de luz interceptada pelo dossel provoca alterações na percepção do fitocromo, onde Ugante *et al.* (2010) observaram que em um ambiente com menor densidade de plantas ocorre maior detecção de disponibilidade de luz vermelha o que resulta em um maior perfilhamento, bem como distribuição mais equilibrada de massa seca entre perfilhos e o colmo principal (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001). A qualidade de luz também afeta a sobrevivência de perfilhos, proporcionando maior capacidade fotossintética a estas estruturas, tornando-os produtivos/férteis (TEIXEIRA, 2003; RYLE; POWELL, 1974).

Contudo, o desenvolvimento dos perfilhos envolve diversas interações entre relação fonte/dreno, relações hormonais, genótipo e ambiente, aspectos que definirão a quantidade, uniformidade e produtividade, durante as fases de iniciação, emergência e estabelecimento dessas estruturas (FIOREZE; RODRIGUES, 2012).

2.3 BALANÇO HORMONAL E PERFILHAMENTO

Diversos processos dentro de uma planta são alterados por conta dos hormônios vegetais, os quais acabam tendo uma participação importante no controle do desenvolvimento dos componentes de produção. Por definição, o hormônio vegetal ou fitormônio é uma substância química naturalmente produzida pelas espécies vegetais, que atuam em baixas concentrações regulando determinados processos fisiológicos. Geralmente são produzidos em uma parte da planta e translocados para outra parte, onde promovem uma ação (TAIZ; ZEIGER, 2017). Existem atualmente nove classes principais desses hormônios sendo eles as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, jasmonatos, brassinosteroides, ácido salicílico e estrigolactonas (TAIZ; ZEIGER, 2012).

Segundo Taiz *et al.* (2017), os meristemas axilares, após serem formados, podem entrar em uma fase de crescimento limitada ou podem ser emitidos para formar ramos laterais. As interações hormonais são responsáveis por coordenar as taxas de crescimento de ramos axilares, assim como do ápice do caule das plantas. Neste processo os principais hormônios envolvidos são as auxinas e citocininas.

Reguladores vegetais são compostos orgânicos, análogos aos hormônios, produzidos de forma natural ou artificial. Por possuírem ação similar aos compostos vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno), são capazes de inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Sua ação depende de pequenas quantidades podendo ser aplicado diretamente sobre as plantas ou sob as sementes (TAIZ *et al.*, 2017; DIAS, 2020). Para Castro e Vieira (2001) desde que foram descobertos que os reguladores vegetais possuem efeitos sobre plantas cultivadas, essa informação tem sido usada para solucionar problemas do sistema de produção e melhorar a produtividade das culturas.

Reguladores vegetais do grupo das auxinas são responsáveis por diversos processos que ocorrem nas espécies vegetais entre eles estão o alongamento e divisão celular, diferenciação dos tecidos vasculares, formação de raízes, senescência foliar (inibição) e dominância apical. Em plantas de trigo esse hormônio desempenha um papel essencial no controle do perfilhamento interagindo com nível de suprimento de assimilados (TERUEL; SMIDERLE, 1999). Segundo os mesmos autores, o perfilhamento tende a cessar enquanto ocorre o desenvolvimento da espiga, e esse efeito pode estar ligado ao aumento da produção de auxina pelas espigas jovens.

Enquanto as auxinas produzidas nas folhas jovens atuam juntamente com o ácido abscísico na supressão do desenvolvimento de novos perfilhos, as citocininas participam da quebra da dormência dando início ao desenvolvimento de um novo rebento, onde o ácido giberélico de forma conjunta a sacarose acelera o seu crescimento, evidenciando uma ação antagônica entre as classes hormonais (HUMPHREYS, 1991). A partir disso conclui-se então que entre as ações reguladoras da citocinina estão a quebra da dominância apical e o crescimento de brotos laterais, além do efeito de retardo da senescência foliar e divisão celular. Uma característica relevante para a cultura do trigo é que esse grupo hormonal é o principal responsável pela quebra de dormência dos perfilhos (PORTELLA *et al.*, 2016).

Segundo Valério *et al.* (2009), a emissão e desenvolvimento de perfilhos implicam relações hormonais complexas, sendo que o balanço entre auxina (Ax) e citocinina (CK) exercem, portanto, um papel importante na regulação do crescimento e desenvolvimento meristemático (VEIT, 2006). Enquanto a auxina age determinando os processos de dominância apical inibindo a promoção do desenvolvimento das gemas laterais, a citocinina trabalha na superação de dormência dessas gemas promovendo o seu crescimento. Ao ser sintetizada nas raízes a citocinina pode ser transportada via xilema para quebrar a dominância apical promovida

pela auxina, promovendo um melhor crescimento dos perfilhos, com semelhante crescimento ao colmo principal (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Quanto a relação fonte/dreno, sabe-se que a citocinina desempenha um papel importante no movimento dos nutrientes dentro da planta, fenômeno denominado mobilização induzida pela citocina. Segundo a literatura os nutrientes tem preferência de se acumular em tecidos tratados com citocinina alterando a relação fonte/dreno, isso afeta diretamente um fator significativo, a produção final de grãos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Até pouco tempo, a existência das estrigolactonas era desconhecida. Esse grupo hormonal age como um composto de sinalização da rizosfera, através do qual as plantas formam associações simbióticas com fungos micorrizas arbusculares, que auxiliam na absorção de fosfato do solo (KIRIACHEK *et al.*, 2009). Recentemente foi descoberto que as estrigolactonas também possuem uma função hormonal endógena agindo como inibidores do crescimento de gemas axilares (TAIZ *et al.*, 2017). Segundo os mesmos autores, estudos apontam que as estrigolactonas agem em conjunto com a auxina durante a dominância apical, podendo atuar também como inibidor da biossíntese de citocinina. Contudo, esse tema possui poucos trabalhos realizados em plantas de trigo, onde a interação entre auxina, citocinina e estrigolactonas pode estar influenciando emissão de perfilhos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em cultivo protegido, entre os meses de agosto e dezembro de 2021, na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos – SC. A área se localiza nas coordenadas geográficas 27°16'26.55" S e 50°30'14.41W e possui uma altitude média de 1000 metros em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen o clima é caracterizado como Cfb temperado, com precipitação média anual em torno de 1500 mm e temperaturas médias que variam entre 15°C e 25°C.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições. O primeiro fator foi composto por duas cultivares de trigo, sendo a BRS Guamirim que apresenta alto potencial de perfilhamento, ciclo superprecoce e possui classe comercial pão, e a BRS Parrudo que se enquadra na classe comercial melhorador, apresenta baixo potencial de perfilhamento e ciclo médio. O segundo fator foi composto pela aplicação de citocinina sintética nos colmos primários da cultura: (i) testemunha (sem aplicação); (ii) aplicação de 100 ml ha⁻¹; (iii) aplicação de 200 ml ha⁻¹; (iv) aplicação de 300 ml ha⁻¹ do produto comercial MAXCEL[®] (20g l⁻¹ de benziladenina) Cada uma das 32 unidades experimentais foi composta por um vaso de polietileno com volume de 3,6 dm⁻³, preenchido com solo adubado e corrigido.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Como substrato foi utilizado solo classificado como Cambissolo Háptico de textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2018), o qual foi corrigido com calcário de alto PRNT na dose de 1,5g dm⁻³. A adubação de base foi realizada de acordo com as exigências da cultura do trigo, sendo a dose de 0,19 g dm⁻³ de cloreto de potássio (60% K₂O) e 2,16 g dm⁻³ de superfosfato triplo (42% P₂O₅), ambos triturados e homogeneizados ao solo (MARSARO JÚNIOR *et al.*,

2020). Para a adubação nitrogenada de cobertura a ureia foi dissolvida em água (45% de N) na dose de 25 mg dm^{-3} de N, aos 5, 17, 36 e 49 dias após a emergência (DAE).

O trigo foi semeado no dia 17 de agosto de 2021. As sementes foram tratadas com Tiofanato-metílico (Certeza[®]) e Tiametoxam (Cruizer[®]). Foram semeadas 10 sementes por vaso, a uma profundidade de 3 cm. Após a emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se quatro plantas por vaso. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual sempre que essas emergiam. Aos 33 dias após a emergência (DAE) foi realizado uma aplicação do fungicida Tilt[®] (Propiconazol), para controlar o oídio (*Blumeria graminis*).

Para fornecimento de citocinina foi utilizado o produto comercial MAXCEL[®], composto de 20 g L^{-1} de benziladenina (BA). A aplicação foi realizada no início da fase de perfilhamento, correspondente ao estágio 21 da escala de Zadoks *et al.* (1974). O produto foi aplicado via pulverização foliar, utilizando um pulverizador com pressão de CO_2 ajustado para um volume de calda de 150 L ha^{-1} , utilizando-se ponta de pulverização do tipo leque simples (110-02). A aplicação foi realizada no dia 09 de setembro em área coberta para evitar deriva. Neste dia a temperatura média estava em torno de 12°C e a umidade relativa do ar em torno de 70% (EPAGRI, 2021).

3.4 AVALIAÇÕES

A primeira avaliação da emissão de perfilhos foi realizada no início do alongamento do colmo principal através da contagem do número de colmos de cada tratamento, menos o número de colmos primários. Durante a antese foi realizada uma segunda contagem, que ocorreu em dois momentos distintos, onde a cultivar BRS Guamirim foi avaliada aos 61 DAE, enquanto a cultivar BRS Parrudo aos 68 DAE. Ao final do ciclo da cultura foi realizada a colheita (130 DAE) onde foi realizada a coleta e separação dos perfilhos para determinação do número total de perfilhos por planta e número de perfilhos viáveis por planta.

Para avaliar o potencial produtivo individual de perfilhos foi realizado um estudo de seus componentes de produção, mensurando comprimento da raquis, número de espiguetas por espigas, número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga, número de espiguetas férteis e inférteis por espiga e massa de grãos por planta, para determinação dos valores de variância entre espigas da mesma planta.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando variações significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$), para cultivares. Para as doses quando significativas as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). Programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMENTRO DE PERFILHAMENTO

Para os parâmetros de perfilhamento não houve interação entre cultivares e doses de BA aplicadas no início do perfilhamento (Tabela 1). A aplicação de citocinina sintética de forma isolada também não afetou o perfilhamento das plantas. Foram observados apenas variações entre cultivares, o que era esperado frente a ampla diversidade genética existente dentro da cultura. O número de colmos por planta foi maior na cultivar BRS Guamirim do que na cultivar BRS Parrudo, do início ao final do ciclo da cultura. Em contrapartida, a cultivar BRS Parrudo obteve menor número de colmos inférteis por planta, o que representa uma menor taxa de abortamento de perfilhos. Isso está relacionado a uma menor gasto energético da planta em produzir um maior número de perfilhos, caso em que a distribuição de assimilados entre colmo principal e perfilhos leva uma menor mortalidade dessas estruturas.

O comportamento genético para emissão de perfilhos observado para a cultivar BRS Guamirim, é bastante conhecido na literatura. Drun (2018) e Mazzuco (2019) em seus trabalhos com a cultivar BRS Guamirim, destacam o alto potencial de perfilhamento que a cultivar apresenta em relação às demais. Segundo Valério *et al.* (2008) o elevado perfilhamento causa maior competição intraespecífica (entre perfilhos) por assimilados. Conseqüentemente o número de perfilhos inférteis tendem a aumentar uma vez que, geralmente, são emitidos tardiamente apresentando viabilidade reduzida, como observado por Fioreze e Rodrigues (2012).

Fioreze e Rodrigues (2014) encontraram resultados semelhantes a esses, onde a aplicação do regulador vegetal IBA+GA+KT (auxina, giberelina, citocinina), no início da fase de perfilhamento na dose de 500 mL ha⁻¹ (p.c.) não interferiu na emissão de perfilhos. Já Cato (2006) observou aumento do número de perfilhos até a dose de 4,36 ml kg⁻¹ com a aplicação do mesmo produto, embora esse resultado não tenha interferido na produtividade da cultura.

Tabela 1 - Número de colmos e espigas por planta de cultivares de trigo em função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitibaanos (SC), 2021.

Cultivar	NC1	NC2	NFC	NCF	NCINF	%CINF
BRS Guamirim	8,7 a	7,5 a	8,3 a	5,6 a	2,7 a	31,0 a
BRS Parrudo	7,2 b	6,3 b	6,1 a	4,5 b	1,7 b	25,4 a
<i>p</i>	0,01	0,03	0,00	0,01	0,02	0,19
Dose	NC1	NC2	NFC	NCF	NCINF	%CINF
0	7,7	6,9	6,9	5,0	1,9	24,8
100	8,4	7,4	8,0	5,3	2,7	31,8
200	7,8	6,4	6,5	4,6	1,8	27,0
300	7,9	6,9	7,4	5,2	2,2	29,3
<i>p</i>	0,75	0,59	0,27	0,67	0,48	0,69
<i>p</i> (CxD)	0,62	0,51	0,37	0,45	0,35	0,26
CV (%)	16,21	21,24	21,25	22,95	53,25	42,93

NC1: número de colmos por planta aos 32 dias após a emergência; NC2: número de colmos por planta aos 61 e 68 dias após a emergência; NFC: número final de colmos por planta; NCF: número de colmos férteis por planta

NCINF: número final de colmos inférteis por planta; %CINF: porcentagem de colmos inférteis *p*: valor de probabilidade do teste F; CV: Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Com base nos resultados encontrados, levando em consideração o controle das condições experimentais (sem competição, com boa disponibilidade de água, luz e nutrientes) é evidente que cada genótipo expressou seu potencial genético na emissão e sobrevivência de perfilhos, sem, no entanto, sofrer algum tipo de efeito da aplicação exógena de BA.

4.2 PARÂMETROS PRODUTIVOS

O balanço hormonal entre citocinina e auxina está envolvido na definição dos componentes de produção, uma vez que possuem relação com a emissão de perfilhos. Contudo, a alteração no balanço hormonal pela aplicação de BA não exerceu efeito sobre a produtividade da cultura (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas entre as doses aplicadas e os componentes de produção nas cultivares estudadas. Apesar disso pode-se observar que, entre cultivares a BRS Parrudo se destacou para todos os componentes de produção avaliados, exceto número de grãos por espiguetas e massa de grãos por planta, não diferindo da BRS Guamirim. Adicionalmente, não foram observadas interações significativas entre os fatores de estudo.

Tabela 2 - Parâmetros produtivos de cultivares de trigo em função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitibaanos (SC), 2021.

Cultivar (C)	NESP	NESPIN	CR	NG	NGE	MGP
BRS Guamirim	16,3 b	4,0 b	6,9 b	25,3 b	1,5 a	20,2 a
BRS Parrudo	24,9 a	6,0 a	8,9 a	41,4 a	1,6 a	19,8 a
<i>P</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,77
Dose (D)	NESP	NESPIN	CR	NG	NGE	MGP
0	20,3	5,4	7,8	29,9	1,5	18,6
100	20,6	4,8	8,0	35,9	1,7	21,5
200	20,8	4,7	7,9	35,3	1,7	19,8
300	20,5	4,9	8,0	32,3	1,5	20,2
<i>p</i>	0,62	0,55	0,58	0,48	0,48	0,53
<i>p</i> (Cx D)	0,31	0,73	0,46	0,69	0,79	0,75
CV (%)	3,97	20,94	5,39	25,84	20,75	19,12

NESP: número de espiguetas por espiga; NESPIN: número de espiguetas inférteis por espiga; CR: comprimento da raquis; NG: número de grãos por espiga; NGE: número de grãos por espiguetas; MGP: massa de grãos por planta. *p*: valor de probabilidade do teste F; CV: Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Como já discutido anteriormente, a competição por fotoassimilados pode refletir na diminuição de número de perfilhos viáveis por planta (VALÉRIO *et al.*, 2008), sendo assim, observa-se que a produção de grãos em plantas de trigo BRS Parrudo se associa com a produção de perfilhos férteis, em comparação com o número total de perfilhos emitido. Desta maneira fica evidente que cultivares de baixo perfilhamento apresentam uma maior dependência do rendimento individual por espigas, justificando os resultados encontrados que corroboram com outros já publicados (FIOREZE *et al.*, 2019). Todavia, a cultura apresenta uma certa plasticidade no comportamento produtivo, ou seja, diante da limitação de um dos componentes outro irá se expressar mantendo o rendimento final de grãos (PIRES *et al.* 2011), como visto na cultivar BRS Guamirim, que apesar de produzir espigas menores com menos espiguetas e grãos, apresentou massa de grãos por planta semelhante a BRS Parrudo (Tabela 2). Esse comportamento é um reflexo do alto potencial de perfilhamento da cultura, que acaba compensando a baixa produção de grãos por espiga através da maior emissão de perfilhos.

Navarini (2010) não observou efeito de bioestimulante na semente de trigo, quanto ao número de grãos e espigas, em diferentes sistemas de manejo de solo. O tratamento de sementes foi realizado nas doses de 1 ml kg⁻¹ do produto comercial Booster[®] (cobre, molibdênio, zinco, citocinina e auxina) e 4 ml kg⁻¹ de Stimulate[®] (cinetina, ácido giberélico, ácido indolbutírico) obtendo resultados próximos a 30 grãos por espigas, semelhante com o presente estudo onde

também não foi observado efeito de dose. Portella *et al.* (2016) em um trabalho semelhante, ao testar a aplicação de biostimulante Stimulate[®] em diferentes fases da cultura do trigo, início de perfilhamento e início de floração, não observou efeito no número de grãos e espigas (m²).

Para a cultura da soja, Leite *et al.* (2003) observaram que ao aplicar citocinina e giberelina em conjunto não se obteve efeitos sob o número de folhas e de ramificações, além disso, foi observado que aplicação conjunta tendeu a diminuir os efeitos da giberelina. No mesmo estudo, ao aplicar citocinina nas folhas durante o crescimento vegetativo da cultura também não se observou efeitos para estatura da planta, altura de inserção do primeiro nó, diâmetro do caule, área foliar e a produção de fitomassa seca. Dário *et al.* (2005) também não observaram diferenças para as variáveis número de vagens por planta e rendimento de grãos, em um estudo com aplicação de diferentes doses de citocinina, ácido indolbutílico e ácido giberélico, que compõem o fitorregulador Stimulate[®].

É importante destacar que a aplicação de BA não afetou o número e a fertilidade de espiguetas (Tabela 2) os quais eram alvo da hipótese inicial do trabalho. Tampouco a uniformidade de maturação de espigas foi afetada pela aplicação do regulador. O balanço hormonal em gramíneas, exerce efeito sob a dormência de gemas que estão associadas a emissão de perfilhos (HUMPHREYS, 1991). A relação entre auxina e citocinina possui um papel decisivo nesse processo, que está diretamente ligado a definição dos componentes de produção da cultura. Esperava-se que através da aplicação de citocinina exógena a dominância apical exercida pela auxina fosse regulada, de modo que houvesse um incremento no perfilhamento da cultura e de forma mais uniforme. Contudo, a aplicação de BA não exerceu efeito na emissão de perfilhos, demonstrando a necessidade de estudos mais aprofundados para a relação entre balanço hormonal e perfilhamento para o trigo.

A partir da avaliação dos parâmetros produtivos dos perfilhos da planta de forma individual foi possível determinar a variância para os componentes produtivos dentro da planta, e assim, avaliar a uniformidade de produção (Tabela 3). Não houve interação significativa entre os fatores de estudo. Para os parâmetros comprimento de ráquis, número de espiguetas por espiga, número de espiguetas inférteis por espiga e número de grãos por espiguetas não houve efeito da aplicação de BA, não diferindo também entre cultivares. Houve diferença apenas para número de grãos por espiga, entre cultivares.

Tabela 3 - Valores de variância para parâmetros produtivos entre espigas de cultivares de trigo e função da aplicação de doses de Benziladenina no início do perfilhamento. Curitibaanos (SC), 2021.

Cultivar	NESP	NESPIN	CR	NG	NGE
BRS Guamirim	1,3 a	5,3 a	0,7 a	89,2 b	0,3 a
BRS Parrudo	2,6 a	5,0 a	0,7 a	156,4 a	0,2 a
<i>p</i>	0,08	0,78	0,88	0,01	0,11
Dose	NESP	NESPIN	CR	NG	NGE
0	3,2	6,7	0,9	139,7	0,3
100	2,3	5,5	0,8	119,7	0,2
200	1,0	4,7	0,5	108,5	0,2
300	1,4	3,8	0,6	123,4	0,3
<i>p</i>	0,18	0,38	0,22	0,67	0,63
<i>p</i> (CxD)	0,24	0,28	0,21	0,45	0,61
CV (%)	102,75	65,42	64,04	41,26	41,95

NESP: número de espiguetas por espiga; NESPIN: número de espiguetas inférteis por espiga; CR: comprimento da raquis; NG: número de grãos por espiga; NGE: número de grãos por espiguetas; *p*: valor de probabilidade do teste F; CV: Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Os valores de variância entre componentes de produção obtidos diferem do que seria esperado para as cultivares. O maior número de perfilhos produzidos por BRS Guamirim frequentemente acarretam em maiores valores de variância entre espigas (RODRIGUES *et al.*, 2011). Perfilhos que são emitidos tardiamente acabam tendo uma menor capacidade de competição por fotoassimilados reduzindo as chances de se desenvolverem ou produzirem espigas férteis (VALERIO *et al.* 2008, FIOREZE, RODRIGUES 2012). A cultivar BRS Parrudo apresentou alta variância do parâmetro número de espiguetas e grãos por espiga, apesar disso não demonstrou redução na produção total de grãos. Este padrão de resultado pode ter ocorrido por alguma variação ambiental no período final do desenvolvimento, que fugiu do controle experimental.

Vale ressaltar que o presente trabalho foi realizado em casa de vegetação, onde as boas condições de solo, adubação em níveis ideais e disponibilidade de água favorecem o crescimento da planta e o perfilhamento. O mesmo pode não acontecer no campo, onde o ambiente se torna mais restritivo limitando o perfilhamento, isso implica em uma redução na diferença produtiva final entre cultivares.

5 CONCLUSÃO

A aplicação de citocinina exógena (BA) nas dosagens testadas não apresentou influência significativa sobre o padrão de perfilhamento, fertilidade de perfilhos e uniformidade de maturação para as cultivares BRS Guamirim e BRS Parrudo.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P. *et al.* Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.6, p.865-876, nov./dec. 2011.
- ALMEIDA, M. L. de; 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, 2001.
- ALVES, A. C. **Mecanismos de controle do desenvolvimento de afilhos em cereais de estação fria** 1998. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- 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**, São Paulo, v. 23, p. 59-67, 2000.
- ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Iniciação e emergência de afilhos em cereais de estação fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.39-45, jan./fev. 2005.
- BACALTCHUK, B.; SILVA, H. R. C. da. **Nasce uma nova era: O trigo recupera sua nobreza**. Passo Fundo: Embrapa Trigo / Diário da Manhã, 2001. 172p.
- BARBIERI, L. R.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnologia. p.819-852, 2008.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 131p.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Brasília: Conab, v.8, n.5, 2021. 94p. E-book.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 de jun. de 2022.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017. 218p.
- CATO, S. C. **Ação de biostimulantes nas culturas do amendoineiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

CARGNIN, A *et al.* Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p. 987-993, 2006.

DÁRIO, G. J. A. *et al.* Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, Porto Alegre, v. 12, p. 63-70, 2005.

DIAS, João Paulo Tadeu. **Usos e aplicação de reguladores vegetais**. Belo Horizonte: Ed. UEMG, 2020. p.142.

DRUN, R. P. **Potencial de translocação de solutos entre perfilhos de plantas de trigo**. Orientador: Samuel Fioreze. 2018. 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Trigo alvo na indústria de proteína animal**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58308218/trigo-no-alvohttps://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58308218/trigo-no-alvo-da-industria-de-proteina-animalda-industria-de-proteina-animal>. Acesso em: 10 de jul. de 2021.

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-dehttps://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50236912/producao-de-trigo-no-cerrado-do-brasil-central-tem-potencial-para-crescer-20-vezestrigo-no-cerrado-do-brasil-central-tem-potencial-para-crescer-20-vezes>. Acesso em: 30 de jun. de 2021.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI. **Dados da estação de Curitibanos**. 2021. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/#>. Acesso em: 9 set. 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciências Agrotec**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

FIGEZE, S. L. **Comportamento produtivo do trigo em função da densidade de semeadura e da aplicação de reguladores vegetais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, Botucatu - SP, 2011.

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

FIGEZE, 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.35-54, jan./fev. 2014.

FIGEZE, S. L.; VACARI, J. TUREK, T. L. MICHELON, L. H.; DRUN, R. P. Componentes produtivos do trigo em função da temperatura no período de diferenciação de espiguetas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.18, p.24-32, 2019.

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

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. New York: Cambridge University Press, 1991. 206p.

JOSHI, A. K. *et al.* Stay green trait: variation, inheritance and its association with spot blotch resistance in spring wheat (*Triticum aestivum L.*). **Euphytica**, Netherlands, v.153, n.1, p.59-71, 2007.

KIRIACHEK, S. G. *et al.* Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n.1, 2009. p.16.

KLEIN, A. M. **Trigo com boas perspectivas para 2020**, 4. ed. Rio Grande do Sul: Novo Rural, 2020.

LEITE, V. M.; ROSELEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

LOPEZ, A. M. *et al.* **Botânica no inverno**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012. 202p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 86).

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

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

MAZZUCO, V. **Comportamento morfofisiológico e produtivo de plantas de trigo em função da densidade de semeadura e retirada de perfilhos**. Orientador: Samuel Fioreze. 2019. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

NAVARINI, L. L. **Manejo do solo e utilização de bioestimulantes na cultura do trigo (*Triticum aestivum L.*)**. 2010. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.

PASINATO, A. *et al.* Potential area and limitations for the expansion of rainfed wheat in the Cerrado biome of Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, p.779-790, 2018.

PIANA, C. F. de B.; CARVALHO, F. I. F. de. A cultura que deu origem a civilização. *In: BARBIERI, L. R.; STUMPF, E. R. T. (ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnologia. p.819-852, 2008.*

PIRES, J. L. F. *et al.* Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. *In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p.325-349.*

PORTELLA, J. A.; SATTTLER, A.; FAGANELLO, A. Tecnologia de colheita de trigo. *In: PIRES, J. L. Fernandes; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p.325-349.*

PORTELLA, G. L. *et al.* Época de aplicação de bioestimulante na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.9, p-210-223, 2016.

RICHADS, R. A. Manipulation of leaf area and its effects on grain yield in droughted wheat. **Australian Journal of Agriculture Research**, Australia, v. 34, p. 23-31, 1983.

RYLE, G. J. A.; POWELL, C. E. The utilization of recently assimilated carbon in graminaceous plants. **Annals of Applied Biology**, Malden, v.77, n.2, p.145-158, 1974.

RODRIGUES, O. *et al.* Ecofisiologia do trigo: bases para elevado rendimento de grão. *In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. 1 ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p.115-135.*

SANTOS, D. *et al.* 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.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SILVA, F. M. da. **Desempenho de genótipos de trigo em condições edafoclimáticas distintas do estado de São Paulo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas – SP, 2011.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848p.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, A. C. B. *et al.* Distribuição de fotoassimilados de folhas de topo e da base do capim Mombaça (*Panicum maximum Jacq.*), em dois estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.479-488, 2005.

- TERUEL D. A.; SMIDERLE O. J. Trigo. *In*: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126p.
- 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, 2002. 5p.
- UGANTE, C. C. *et al.* Low red/far-red ratios delay spike and stem growth in wheat. **Experimental Botany**, Lancaster, v.61, n.11, p.3151–3162, 2010.
- VALÉRIO, I. P. **Progresso genético na seleção de genótipos de trigo com base na expressão do caráter número de afilhos**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas, 2008.
- VALÉRIO, I. P. *et al.* Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.30, suplemento 1, p.1207-1218, 2009.
- VEIT, B. Stem cell signalling networks in plants. Dordrecht: **Plant Molecular Biology**, v.60, n.6, p.793-810, 2006.
- WOBETO, C. **Padrão de afilhamento, sobrevivência de afilhos e suas relações com o rendimento de grãos em trigo**. 1994. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v.14, p.415-421, 1974.
- ZAGONEL, J. *et al.* Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p. 25 - 29, 2002.
- ZAMBOM, M. A. *et al.* Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p. 937-943, 2001.