

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

RODRIGO DOMBROSKI

**EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE COMPONENTES DE
CRESCIMENTO E RENDIMENTO EM MILHO**

CERRO LARGO

2022

RODRIGO DOMBROSKI

**EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE COMPONENTES DE
CRESCIMENTO E RENDIMENTO EM MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^o. Dr. Nerison Luís Poersch

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Dombroski, Rodrigo
EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE COMPONENTES DE
CRESCIMENTO E RENDIMENTO EM MILHO / Rodrigo Dombroski.
-- 2022.
52 f.

Orientador: Doutor Nerison Luís Poersch

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Zea mays L.. 2. Arranjo populacional. 3.
Características estabilizadoras de rendimento. 4.
Perfilhamento. I. Poersch, Nerison Luís, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

RODRIGO DOMBROSKI

**EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE COMPONENTES DE
CRESCIMENTO E RENDIMENTO EM MILHO**

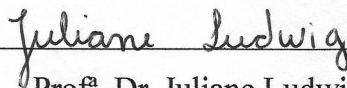
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 25/03/2022.

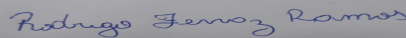
BANCA EXAMINADORA



Prof.^o. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS
Orientador



Prof.^a. Dr. Juliane Ludwig – UFFS
Avaliador



Me. Rodrigo Ferraz Ramos
Avaliador

Este trabalho é dedicada aos meus pais, acima de tudo, pilares da minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, pelo apoio e incentivo durante essa longa e importante jornada acadêmica, e por todo o esforço investido na minha educação..

Aos meus colegas de curso, quais convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando. Em especial ao Maicon e a Letícia, pela ajuda e colaboração nas análises e avaliações durante a realização do trabalho.

Ao professor Dr. Nerison Luís Poersch, pela sua belíssima e exemplar orientação, professor extremamente correto e pontual, sendo um exemplo de profissional dentro da instituição.

RESUMO

O milho é uma cultura de extrema importância, fonte de renda de vários agricultores e importante matéria-prima para a formulação de rações. Ao realizar o cultivo do milho, há múltiplos fatores que afetam seu crescimento e desenvolvimento, sendo possível citar os fatores climáticos e os aspectos relacionados ao manejo da cultura. A densidade populacional é uma das possíveis alterações relacionadas ao manejo da cultura. Ao modificar esse parâmetro, as possíveis consequências são a alteração dos componentes de crescimento, de rendimento, bem como a ocorrência do perfilhamento. Porém, principalmente sobre o perfilhamento na cultura do milho, ainda ocorrem dúvidas, questionamentos e poucas informações dos mantenedores dos materiais genéticos. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi verificar a interação dos diferentes híbridos e populações de plantas, verificando qual sua interferência no perfilhamento, nos componentes de crescimento e rendimento de grãos da cultura do milho. O trabalho consistiu em um esquema bifatorial de blocos ao acaso, realizando a avaliação de dois híbridos (B2688PWU e FS533PWU) em cinco diferentes densidades populacionais (55.000, 60.000, 65.000, 70.000 e 75.000 plantas por hectare). Foram avaliados o percentual de plantas perfilhadas (PPP), número de perfilhos por planta (NPP), ambos os fatores foram avaliados em diferentes fases fisiológicas: V4, V8, VT e R6. Ainda, foram avaliados o diâmetro do colmo, altura de plantas, altura de inserção da espiga, relação de espigas por colmo (prolificidade), comprimento de espigas, diâmetro de espigas, número de fileiras, grãos por fileira, massa de mil grãos, e por fim, obtidas a produtividade final de cada tratamento. Os dados computados foram submetidos à análise de variância conjunta a fim de verificar a ocorrência de interação (Teste F a 5% de probabilidade de erro) e posterior teste de médias (Teste de Tukey a 5% de significância). Verificou-se que ocorreu interação entre os híbridos e as populações de plantas utilizadas, diferindo entre si no percentual de plantas perfilhadas e perfilhos por planta. A produtividade não foi afetada significativamente entre os tratamentos, porém, nas menores densidades ocorreu o incremento da produtividade através das segundas espigas e das espigas oriundas dos perfilhos.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; arranjo populacional; características estabilizadoras de rendimento; perfilhamento.

ABSTRACT

Corn is an extremely important crop, a source of income for many farmers and an important raw material for the formulation of rations. When growing corn, there are multiple factors that affect its growth and development, including climatic factors and aspects related to crop management. Population density is one of the possible changes related to crop management. By modifying this parameter, the possible consequences are changes in growth and yield components, as well as the occurrence of tillering. However, mainly about tillering in corn, there are still doubts, questions and little information from the maintainers of the genetic materials. , in the components of growth and grain yield of the maize crop. The work consisted of a two-factor randomized block design, evaluating two hybrids (B2688PWU and FS533PWU) at five different population densities (55,000, 60,000, 65,000, 70,000 and 75,000 plants per hectare). The percentage of tillered plants (PPP), number of tillers per plant (NPP) were evaluated, both factors were evaluated in different physiological phases: V4, V8, VT and R6. Still, the stem diameter, plant height, ear insertion height, ear per stalk ratio (prolificity), ear length, ear diameter, number of rows, grains per row, mass of one thousand grains, and finally, the final productivity of each treatment was obtained. The computed data were submitted to joint analysis of variance in order to verify the occurrence of interaction (F test at 5% probability of error) and subsequent test of means (Tukey's test at 5% significance). It was verified that there was an interaction between the hybrids and the populations of plants used, differing among themselves in the percentage of tillered plants and tillers per plant. Yield was not significantly affected between treatments, however, at lower densities there was an increase in yield through the second ears and ears from the tillers.

Keywords: *Zea mays L.*; population arrangement; income stabilizing characteristics; profiling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Laudo de Análise do Solo.....	28
Figura 2 - Dados meteorológicos referentes à temperatura do ar e precipitação de acordo com a estação meteorológica ISANTO55, localizada no município de Santo Cristo-RS.....	31
Figura 3 - Componentes de rendimento do milho, os fatores que influenciam e as fases de desenvolvimento que são afetados.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da ANOVA com valores referentes ao p-value, calculado para verificar a interação entre os seguintes fatores. DC (diâmetro de colmo (mm)), AP (altura de plantas (m)), AIE (altura de inserção da primeira espiga (m)), PRO (prolificidade (relação de espigas por colmo)), DE (diâmetro das espigas (mm)), CE (comprimento das espigas (cm)), NF (número de fileiras por espiga), NGF (número de grãos por espiga), MMG (massa de mil grãos (g)).....	32
Tabela 2 - Resumo da ANOVA com valores referentes ao p-value, calculado para verificar a interação entre os seguintes fatores. PPP (percentual de perfilhos por planta), NPP (perfilhos por planta, PPE (produtividade da primeira espiga), PPE+PSE (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da segunda espiga), PPE+PEP (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da espiga dos perfilhos) e PRT (produtividade total).....	32
Tabela 3 - Desdobramento das medias entre as populações de plantas por hectare e os híbridos referentes ao percentual de plantas perfilhadas nos estádios V8, VT e R6.....	33
Tabela 4 - Desdobramento das médias entre as populações de plantas por hectare e os híbridos referentes ao número de perfilhos por planta nos estádios V8, VT e R6.....	34
Tabela 5 - Médias para os parâmetros DC (diâmetro de colmo (mm)), AP (altura de plantas (m)), AIE (altura de inserção da primeira espiga (m)), PRO (prolificidade (relação de espigas por colmo)), DE (diâmetro das espigas (mm)), CE (comprimento das espigas (cm)), NF (número de fileiras por espiga), NGF (número de grãos por espiga), MMG (massa de mil grãos (g)).....	36
Tabela 6 - Médias para as seguintes variáveis: PPE (produtividade da primeira espiga), PPE+PSE (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da segunda espiga), PPE+PEP (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da espiga dos perfilhos) e PRT (produtividade total). Todas essas variáveis são expressas em Kg.ha-1.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO.....	13
2.2	EXIGÊNCIAS EDAFLOCLIMÁTICAS DA CULTURA DO MILHO.....	14
2.3	FATORES BIÓTICOS QUE AFETAM A CULTURA DO MILHO.....	17
2.4	ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS.....	18
2.5	ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS A ARQUITETURA DE PLANTAS DE MILHO	21
2.5.1	Colmo.....	21
2.5.2	Arquitetura foliar.....	23
2.5.3	Prolificidade.....	23
2.5.4	Perfilhamento em milho.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

No cenário da agricultura brasileira, o milho (*Zea mays L.*) é um produto fundamental e cultivado em todas as regiões do País. Ultimamente, a cultura do milho passou por mudanças, sendo um dos fatores de destaque, a redução do seu uso para fins de subsistência em pequenas propriedades e o incremento da sua função em uma agricultura de âmbito comercial, ocorrendo mudanças no seu sistema de produção (CONTINI et al., 2019). Concomitantemente, o milho apresenta-se como uma importante fonte de renda, além de ter papel de destaque como matéria-prima para produção de rações para aves, suínos, bovinos, entre outros animais (CRUZ et al., 2011). No cenário mundial de produção, o Brasil encontra-se como o terceiro maior produtor de milho, com 101,1 milhões de toneladas (FAO, 2019). Nacionalmente, o Mato Grosso é o maior produtor, com uma produção 34,9 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

Como principais parâmetros para o adequado e apropriado desenvolvimento do milho, estão os fatores bióticos e abióticos, Segundo Souza e Barbosa (2015) dentre os fatores bióticos, pode-se citar o “ataque de pragas e doenças que causam grandes alterações nos processos fisiológicos das plantas”. Características abióticas por sua vez estão relacionados a precipitação, temperatura, radiação solar, e fotoperíodo, sendo alguns dos aspectos responsáveis por interferir diretamente na produtividade do milho ao longo do ciclo da cultura (RIBEIRO et al., 2020). Porém, o milho é uma planta que possui grande adaptação climática, fator este que se deve, principalmente, por ser gramínea do grupo de plantas C4, além do fato de ser considerado como um cereal de fotoperíodo neutro (SILVA et al., 2006).

O arranjo de plantas é outro fator importante para alcançar altos níveis de rendimento. Sendo que o manejo do arranjo é realizado através de alterações no espaçamento entre as linhas de semeadura, bem como na densidade populacional. A densidade populacional considerada ideal varia de acordo com características do híbrido, de fatores hídricos e nutricionais (EMYGDIO, TEIXEIRA; 2008). Em relação ao espaçamento, atualmente ocorre uma tendência e evolução a maior utilização de espaçamentos reduzidos na cultura do milho, utilizando distância de 0,45 m entre as linhas (ANTUNES, 2017).

Uma das possíveis consequências de arranjo de plantas insuficiente é a ocorrência perfilhamento da cultura do milho. Porém, é uma característica que dificilmente ocorre no milho, principalmente pela elevada população exigida pelos híbridos atuais (CRUZ et al., 2011). Além de ser uma característica pouco visada nos programas de melhoramento

genéticos atualmente, dando preferência pela dominância apical e pela redução do número de ramificações laterais (SANGOI et al., 2012a).

Ainda existem muitas dúvidas referentes ao efeito dos perfilhos na cultura do milho, tendo poucos trabalhos com foco nesse assunto. Galvão, Borém e Pimentel (2017) consideram a presença dos perfilhos como característica negativa, por representar “fonte de dreno dos fotoassimilados produzidos pela planta, prejudicando o crescimento do colmo principal.” Além disso, o fato de raramente os perfilhos produzem espigas produtivas também é citado (CRUZ et al., 2011). Em contrapartida, há evidências que os perfilhos contribuem para o rendimento dos híbridos de milho, principalmente em populações subótimas, ou seja, com baixa densidade populacional, além de maximizar a utilização do ambiente, como também auxiliar no fornecimento de fotoassimilados para o colmo principal (SANGOI et al., 2009; SCHMITT et al., 2014).

Diante desse cenário, o objetivo do presente trabalho foi verificar a interação dos diferentes híbridos e populações de plantas, verificando qual sua interferência no perfilhamento, nos componentes de crescimento e rendimento de grãos da cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO

O Brasil possui papel primordial na produção agrícola, ocupando o lugar de terceiro maior exportador de produtos agrícolas do mundo, Desta maneira, o agronegócio brasileiro é responsável por mais de 20% do produto interno bruto, sendo esse fator influenciado pelo aumento de produção, resultante da relação entre o uso de diferentes tecnologias e de sistemas de produções sustentáveis (RIBEIRO et al., 2020). Sendo assim, o milho ocupa posição de destaque dentre as atividades agrícolas brasileiras, presente nas propriedades pelo seu valor de produção e pela importante fonte de renda, bem como importante matéria-prima para a formulação de rações para aves, suínos, bovinos, dentre outros (CRUZ et al., 2011).

O milho possui funções distintas, sendo sua principal utilização na produção de rações para a nutrição de animais monogástricos, porém, a utilização do milho vai muito além, sendo encontradas em torno de 3.500 formas de utilização do mesmo. Além da alimentação animal, o milho é também é utilizado na alimentação humana, onde que em torno de 15% da produção mundial é destinada a esse fim (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Em termos de produção mundial, os Estados Unidos apresentam o maior volume de produção, com um total 347 milhões de toneladas, seguido pela China, tendo uma produção total de 260,9 milhões de toneladas, e o Brasil encontra-se em terceiro lugar no ranking, com 101,1 milhões de toneladas. Em quarto lugar está a Argentina com 56,8 milhões de toneladas (FAO, 2019). Concomitantemente, os maiores produtores acabam sendo também os maiores consumidores do cereal, tendo como exceção a Argentina, onde que o país é o quarto maior produtor e um dos países com o menor consumo do grão (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017)

O milho é cultivado em todas as regiões brasileiras, sendo que houve transformações, onde o mesmo deixou de ser uma cultura de subsistência para, para atualmente, apresentar um maior papel comercial (EMBRAPA, 2019). Porém, na agricultura familiar o milho é de grande importância para a subsistência, principalmente para o consumo humano através do

milho cozido, pamonha, polenta, canjica (GALVÃO, BORÉM E PIMENTEL, 2017). Além disso, o milho apresenta importante aspecto social, como é o caso do artesanato através da palha de milho, através da confecção de bonecas, cestos, flores, entre outros. Os autores também relatam o apelo cultural que a cultura tem, sendo tema de encontros, eventos, reuniões ou confraternizações (GALVÃO, BORÉM |e PIMENTEL, 2017).

Segundo dados fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020) na safra de milho 2019/2020, o Mato Grosso é o maior produtor nacional de milho (34,9 milhões de toneladas), sendo Paraná (14,8 milhões de toneladas) e Goiás (12,9 milhões de toneladas) o segundo e terceiro maiores produtores do grão, respectivamente. Porém, existem no Brasil gargalos na produção de milho, limitando a sua produtividade. Neste sentido, Miranda e Lício (2014) apontam alguns diagnósticos de problemas e potencialidade da cadeia produtiva do milho, onde os autores destacam que, futuramente, poderá faltar alimento no mundo, devido ao acréscimo elevado da população mundial, sendo que o Brasil tem capacidade de suprir boa parte da demanda de alimento, caso ocorram ampliações de investimento e incentivos para a produção de grãos (no caso, o milho). Dentre os eixos estratégicos para o aumento da produção de milho, os autores destacam o incremento da área com o cultivo de milho segunda safra, a substituição de pastagens e integração lavoura-pecuária-floresta, como também o aumento da produtividade (principalmente das áreas que estão abaixo da média nacional).

2.2 EXIGÊNCIAS EDAFLOCLIMÁTICAS DA CULTURA DO MILHO

A cultura do milho necessita de condições climáticas ideais para que o mesmo possa expressar seu potencial genético de produção da melhor maneira possível (CRUZ et al., 2006). A temperatura, precipitação, bem como a intensidade luminosa interferem diretamente na produção de grãos de milho (CRUZ et al., 2011). Sendo que o milho é uma cultura de clima tropical, necessita de calor e água para uma produção adequada (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

A temperatura é considerada como um dos fatores mais importantes no desenvolvimento do milho (TOLLENNAR et al., 1979 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Em temperaturas inferiores a 10 °C o crescimento do milho é nulo e, em temperaturas acima de 30 °C o rendimento da cultura decresce, desta maneira, é indicado que

a temperatura considerada ideal para o desenvolvimento do milho é entre 24 e 30 °C. Em locais com baixas temperaturas, onde pode ocorrer a formação de geadas, isso se torna um fator limitante (CRUZ et al., 2006).

A temperatura do solo é outro fator indispensável, sendo que a semeadura do milho não é indicada quando o solo estiver com temperatura inferior à 15 °C, onde semeaduras realizadas em temperaturas de solo inferiores resultam em uma menor porcentagem de plântulas normais, fator este que pode ser ainda mais acentuado quando aliada a alta umidade (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Referente a água, o adequado suprimento hídrico é responsável por várias funções na fisiologia das plantas, sendo que inúmeros processos metabólicos são influenciados por esse fator. Os autores também lembram que nas fases de emergência, florescimento e enchimento de grãos é onde ocorre a maior demanda por água (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

O consumo médio de água durante um ciclo de produção do cereal é em torno em 600 mm, sendo que em fases iniciais do ciclo o consumo é em torno de 2,5 mm ao dia, porém, em estágios mais avançados, como na etapa de espigamento e enchimento de grãos, o consumo pode chegar a 7,5 mm ao dia, sendo que em condições extremas pode-se elevar até 10 mm ao dia (CRUZ et al., 2006).

Portanto, ao passar por déficit hídrico no período de florescimento, a “boneca” (inflorescência feminina) do milho pode não ter umidade suficiente para a germinação do pólen, sendo que apenas dois dias de estresse hídrico na época mencionada, pode reduzir a produtividade em valores superiores a 20%, e períodos de 4 a 8 dias com deficiência hídrica afeta negativamente a produtividade em faixas que podem ultrapassar os 50% (CRUZ et al., 2011).

A radiação solar é importante na realização da fotossíntese e por consequente na produção de biomassa (CRUZ et al., 2005). Além disso, o milho é uma planta de metabolismo C4, o que proporciona altos rendimentos em crescente intensidade luminosa (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Portanto, o milho é considerado uma planta de dias curtos, todavia, a resposta a fotoperíodo ocorrem a latitudes superiores a 30°, sendo que no Brasil, o milho possui comportamento de planta de dia neutro (FERRAZ, 1966 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Contudo, é fundamental que o período de enchimento de grãos coincida com período com alta disponibilidade de radiação solar (CRUZ et al., 2011). Neste aspecto, uma diminuição de 30% a 40% da intensidade luminosa retarda a maturação, aspecto este que é mais acentuado em materiais de ciclo tardio, os autores complementam que

a redução da radiação luminosa afeta tanto o número de grãos, como a também a densidade dos mesmos (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

O Brasil possui capacidade e condições de realizar a semeadura e produção do milho em todas as regiões, levando em consideração clima e solo. Desta maneira, a produção ocorre em épocas distintas no território brasileiro, devido às diferentes condições climáticas cujo qual cada uma apresenta. Sendo assim, no Brasil é realizada a semeadura da primeira e segunda safra. De um modo geral, a primeira safra possui como época de semeadura os meses de setembro até dezembro, enquanto a segunda safra é designado o período de semeadura de janeiro até abril (RIBEIRO et al., 2020). Porém, quando leva-se em consideração o milho primeira safra no Rio Grande do Sul, o período de implantação da cultura é realizado principalmente nos meses de agosto e setembro, sendo que na região noroeste do estado, o microclima permite até mesmo a semeadura ainda no mês de julho (ANTUNES, 2018).

No entanto, comumente o milho segunda safra é chamado de milho safrinha, porém, não é adequado usar os dois termos como sinônimo, sendo que grande parte do milho segunda safra é conduzido em irrigação, fato este que não é observado no milho safrinha, sendo este, produzido em sequeiros (região Centro-sul) após a cultura de verão, apresentando menores produtividades (CRUZ et al., 2011). De acordo com as perspectivas para a agropecuária safra 2020/2021 apresentado pela Conab (2020), a área cultivada com o milho primeira safra corresponde apenas a 23% da produção, enquanto a área cultivada com o milho segunda safra representa 74% da produção, fato este impulsionado pelas cultivares de soja mais precoces, cujo qual permitem uma maior janela para o milho segunda safra. A Conab (2020) também destaca o surgimento do milho considerado terceira safra, ocupando uma área que representa 3% da produção nacional.

De acordo com dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o milho primeira safra na região Centro-Oeste teve uma produção total de 2,4 milhões de toneladas, enquanto o milho segunda safra obteve 54,1 milhões de toneladas de produção. No estado do Mato Grosso (maior produtor nacional de milho), a produção de milho segunda safra alcançou os 33,7 milhões de toneladas, enquanto a primeira safra representou apenas 254,3 mil toneladas. O Paraná (segundo maior produtor de milho) obteve uma produção de 11,7 milhões de toneladas no milho segunda safra, e 3,5 milhões de toneladas do milho primeira safra. Já no estado do Rio Grande do Sul, o milho primeira safra teve uma produção de 4,23 milhões de toneladas, sendo que o milho segunda safra não apresenta dados.

2.3 FATORES BIÓTICOS QUE AFETAM A CULTURA DO MILHO

De acordo com Sousa e Barbosa (2015), os fatores bióticos que afetam o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho referem-se as doenças e pragas da cultura, provocando alterações nos processos fisiológicos da planta. Os autores relatam que a consequência do estresse para o crescimento e desenvolvimento da planta é dependente da intensidade do fator causador do estresse, duração da perturbação, número de exposições, estágio de desenvolvimento e genótipo utilizado.

Ocorrem ataques de pragas e doenças na cultura do milho desde a semeadura até a colheita, sendo indispensável o manejo adequado das mesmas, caso contrário, a produtividade de grãos será comprometida (WORDELL FILHO et al., 2016). Porém, Barros (2011) pondera que “dezenas de espécies de insetos estão associadas à cultura do milho, mas relativamente poucas apresentam características de uma praga-chave, como regularidade de ocorrência, abrangência geográfica e potencialidade para causar danos economicamente significativos”.

Galvão, Borém e Pimentel (2017) consideram a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*), percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*) e lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), como as principais pragas da cultura do milho. No sul do Brasil, atualmente são consideradas pragas-chaves a lagarta-do-cartucho e algumas espécies de percevejos. Porém, a larva-alfinete e a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) podem também causar danos significativos, principalmente em cultivos denominados de segunda safra ou “safrinha” (WORDELL FILHO et al., 2016).

Um fator importante que deve ser levado em consideração é o manejo integrado de pragas (MIP). De acordo com Valicenti (2015), o MIP “pode ser definido como a seleção inteligente e o uso das ações para o controle de pragas que irá assegurar consequências favoráveis, econômica, ecológica e socialmente aceitas.” O MIP leva em consideração os custos, os benefícios e os impactos sociais e ambientais das táticas empregadas. Além disso, o manejo integrado de pragas recomenda que a população de pragas seja monitorada através de amostragens, preconizando que as pragas podem estar presentes nas lavouras, porém, em níveis populacionais que não afetam economicamente a cultura, favorecendo a sobrevivência dos inimigos naturais (WORDELL FILHO et al., 2016).

Galvão, Borém e Pimentel (2017) ponderam que o milho era considerada uma cultura rústica no que se refere à ocorrência de doenças na cultura. Atualmente, as doenças são consideradas um dos principais fatores limitantes na produtividade da cultura do milho, tanto

pelas perdas causadas na produção, como também pelas micotoxinas produzidas por fungos nos grãos da cultura.

Casela, Ferreira e Pinto (2006) consideram “a mancha branca (*Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e os enfezamentos pálido (*Spiroplasma kunkelii*) e vermelho (Fitoplasma – *Candidatus Phytoplasma asteris*) estão entre as principais doenças da cultura do milho.” A importância dessas doenças varia de ano para ano e de região para região, de acordo com as condições climáticas do período, nível de suscetibilidade dos híbridos e o sistema de semeadura utilizado (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Wordell Filho et al. (2016) aponta que “uma das formas de prevenir as doenças do milho consiste na pulverização de fungicidas, cuja racionalidade pode ser obtida ao monitorar a incidência de doenças, principalmente nas folhas situadas abaixo da espiga, o que possibilita prevenir a infecção de folhas mais altas.” Galvão, Borém e Pimentel (2017) relata que as principais medidas para o manejo de doenças na cultura do milho refere-se a utilização de híbridos resistentes, realização da semeadura em época adequada, utilização de sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas, rotação com culturas não suscetíveis, dentre outros fatores.

2.4 ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS

A densidade de semeadura é um aspecto importante, sendo que pequenas variações na densidade interferem diretamente no rendimento final da cultura (CRUZ et al., 2005). Dessa forma, o número de plantas adotado na semeadura deve ter como base o material genético utilizado, bem como a época de semeadura e condições climáticas do período (DARÓS, 2015). Ainda, interferem no arranjo a fertilidade do solo, ciclo da cultivar, bem como o nível tecnológico adotado pelo produtor (SANGOI, 2000 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

O milho é a gramínea mais sensível a variação no arranjo das plantas (CRUZ et al., 2005). O arranjo de semeadura considerado ótimo, é aquele que maximiza a produtividade, ou seja, que resulta na produtividade máxima, sendo que, densidades abaixo do ideal acarretarão em espigas com um tamanho maior, bem como maior número de plantas que possuem duas

espigas, porém, a produtividade final é afetada pela menor quantidade final de espigas por área (CRUZ et al., 2011).

Em densidades acima do ideal, ocorrerá um maior custo com as sementes, além de acarretar em espigas menores, ou até mesmo, plantas sem espigas, ainda, resultará em colmos mais finos e maiores problemas com acamamento (CRUZ et al., 2005). Portanto, o incremento da densidade é uma forma de maximizar a interceptação da radiação solar, no entanto, reduz a eficiência fotossintética e a conversão de fotoassimilados (SANGOI et al., 2003 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Altas densidades somente são aceitáveis, caso o híbrido escolhido pelo produtor, tenha uma alta tolerância no quesito de competição entre as plantas (CRUZ et al., 2011).

Atualmente, a recomendação da população ideal está entre 40.000 a 80.000 plantas por hectare. Esse número considerado ideal é um fator variável, sendo que o grau de competição intraespecífica pelas diferentes densidades de semeadura altera o rendimento de grãos (CRUZ, PEREIRA FILHO e QUEIROZ, 2013 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). No decorrer dos anos, ocorreu uma modernização do sistema de produção, onde que foram incorporados maiores densidades populacionais. Para demonstrar essa evolução, foi verificado em um estudo que, entre os anos de 1958 a 1989 eram utilizadas populações que variavam de 20 a 130 mil plantas por hectare (DWYER et al, 1991 apud MAGALHÃES e SOUZA, 2015).

Além da densidade de semeadura, o espaçamento entre as linhas é outro fator importante a se considerar no arranjo de plantas. Este aspecto é imprescindível para os híbridos modernos, que possuem como característica um porte de planta menor e densidades de semeaduras consideradas altas (TEIXEIRA, MACHADO e RODRIGUES, 2014). Atualmente existe uma tendência grande na utilização espaçamentos reduzidos entre linhas, porém, ainda existe variação dos espaçamentos utilizados pelos agricultores (CRUZ et al., 2005).

Historicamente, este espaçamento entre as linhas da semeadura foi sendo reduzido, onde inicialmente eram realizadas semeaduras com 1 metro entre as linhas, e atualmente utiliza-se espaçamentos de 50 cm (MUNDSTOCK e DA SILVA, 2005). Tal aspecto é perceptível através de diferentes trabalhos em diferentes anos, por exemplo, Medeiros e Viana em um trabalho realizado em 1980, indicavam que o espaçamento recomendado para o milho era de 1 metro, sendo que nesta época ocorria uma tendência a redução de espaçamento para 70 a 80 cm.

Espaçamentos maiores tinham como finalidade permitir o cultivo (consórcio) de outras culturas nas entre linhas, além disso, permitia um melhor controle das plantas daninhas através do uso da tração animal ou mesmo da capina manual (MUNDSTOCK e DA SILVA, 2005). Nestes espaçamentos maiores, ocorre um período mais longo para fechar as entre linhas, ocorrendo forte competição dentro das linhas e desperdício de recursos (espaço, luz, nutrientes e água) entre as linhas (CANDIDO et al., 2008 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

São classificados os espaçamentos da cultura do milho em três grupos, onde considera-se espaçamento convencional de 0,71 a 0,90 m, espaçamento intermediário de 0,51 a 0,70 m, e espaçamento reduzido de 0,45 a 0,50 m (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Atualmente, o espaçamento reduzido é uma tendência e pesquisadores citam algumas vantagens da adoção deste sistema, como o melhor controle de plantas daninhas através do fechamento mais rápido das entre linhas (o que reduz o período crítico), maior rendimento de grãos (em razão da distribuição mais uniformes das plantas na área), menores problemas com a erosão (em função da cobertura mais rápida do solo), maior praticidade (permite a utilização da mesma semeadora e espaçamento tanto para a soja, como para o milho) (CRUZ et al., 2011). Ainda, permite uma melhor eficiência dos recursos, como radiação solar, água, etc (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Os fatores como o desenvolvimento de híbridos tolerantes a altas densidades, a maior quantidade de herbicidas registrados no controle seletivo de plantas daninhas, bem como o surgimento de equipamentos adaptados ao cultivo do milho com espaçamento reduzido, são fatores importantes para a adoção de tal sistema entre os agricultores (SILVA et al., 2005 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Atualmente, as plataformas de corte para a cultura do milho, permitem realizar a colheita em diversos espaçamentos, inclusive nos espaçamentos reduzidos, tendo um alto rendimento operacional e menores perdas (MUNDSTOCK; DA SILVA, 2005).

Porém, existem limitações ao utilizar o espaçamento reduzido, onde um dos principais problemas é a necessidade de aquisição de uma plataforma de corte específica para esse fim. Além disso, levando em consideração o milho para a realização de silagem, caso a mesma seja feita com ensiladora com linhas individuais, o menor espaçamento acarretará no aumento do número de linhas de plantio, como consequência, maior gasto para realizar a colheita e maior distância percorrida pelo trator, o que também provocará um aumento do nível de compactação do solo (BALBINOT; FLACK, 2005 apud DIAS, 2017).

2.5 ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS A ARQUITETURA DE PLANTAS DE MILHO

Atualmente, observa-se uma maior tolerância dos híbridos de milho às altas densidades, auxiliando no incremento da produtividade. Dentre os fatores responsáveis para essa maior tolerância para altas densidades está as mudanças nas características fisiológicas, morfológicas e fenológicas dos híbridos modernos, sendo a arquitetura das plantas de milho um dos fatores responsáveis por esta realidade (SANGOI et al., 2002). Esta arquitetura de planta resulta em melhores condições para o desenvolvimento, tanto da planta em si, como também da espiga, mesmo em condições elevadas de população (ALMEIDA et al., 2000).

Ao longo dos anos, ocorreram grandes mudanças na arquitetura da planta de milho, como a redução do seu porte, a menor inserção do ângulo foliar, maior proporção de grãos em relação à matéria seca no colmo, como também a redução da inserção da espiga. Portanto, todos estes aspectos contribuíram em uma maior eficiência produtiva, menor relação de plantas acamadas, resultando assim, maior eficiência e adaptação a colheita mecânica (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Decorrente do melhoramento genético, a arquitetura atual das plantas de milho tende a ter folhas mais eretas e com um porte menor de planta (UATE, 2013). Sendo assim, a arquitetura atual dos híbridos permite a manutenção em níveis mais altos da taxa fotossintética (ALMEIDA et al., 2000). Esta arquitetura da planta dos híbridos modernos interfere diretamente na qualidade da luz que entra no dossel da planta. Além disso, contribui para uma menor intensidade dos problemas relacionados ao acamamento e quebra das plantas ou colmos (SANGOI, 2002).

2.5.1 Colmo

O colmo da planta de milho é dividido em duas partes, sendo elas os nós e entrenós, tendo função estrutural, ou seja, serve de suporte para as outras frações da planta, além disso, possui função de reserva. Souza Filho (2009) apud Galvão, Borém e Pimentel (2017) destacam a importância do colmo na fase de enchimento de grãos, onde o mesmo pode contribuir com até 50% dos fotoassimilados, cuja porcentagem pode conter variar,

dependendo das condições ambientais. Desta maneira, o colmo é responsável pelo maior suprimento de fotoassimilados. Além disso, é necessário ressaltar que o crescimento do colmo é realizado através do alongamento dos internódios.

Durante o enchimento de grãos ocorre uma demanda muito grande de fotoassimilados, sendo que somente as folhas não são capazes de suprir toda essa demanda, portanto, o colmo é utilizado como uma forma suplementar de carboidratos. Os autores destacam que, por muitas ocasiões, ocorre o quebramento do colmo no final de ciclo da cultura do milho, justamente por essa alta drenagem de fotoassimilados do colmo para espiga, ocorrendo assim, a quebra do mesmo (CRUZ et al., 2011).

O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação do colmo, levando em consideração a sua posição original, sendo que pode ocorrer apenas a ocorrência de plantas recurvadas, ou até mesmo, a quebra dos colmos (PINTHUS, 1973 apud SILVA, 2014). Questões morfológicas interferem no acamamento, dentre elas está a maior altura de inserção da espiga no colmo, como também o menor diâmetro do colmo (ARGENTA et al., 2001 apud SILVA, 2014). Ainda, densidades de sementeiras consideradas altas, resultam em colmos mais finos, e conseqüentemente, menos resistentes ao acamamento e quebra (CRUZ et al., 2011).

Portanto, a quantidade de nós, assim como o tamanho dos entrenós, é o que define a altura do colmo. Em relação ao diâmetro do mesmo, os autores relatam que podem haver variações, podendo variar de 15 a 80 mm na base do colmo, sendo que o diâmetro tende a diminuir a medida que se aproxima do ápice da planta (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). Quanto maior a densidade populacional do milho, menor será o diâmetro do colmo. Este fato ocorre em altas populações, devido as plantas alocarem seus recursos para que ocorra um crescimento acentuado, tendo como objetivo evitar o sombreamento, sendo assim, ocorre um crescimento elevado, um menor diâmetro do colmo, e, uma menor área foliar (TAIZ; ZEIGER, 2004 apud KAPPES et al., 2011).

Ainda no que se refere ao diâmetro do colmo, Demétrio et al (2008) através de resultados de pesquisa, verificaram que o diâmetro do colmo não foi afetado pela redução do espaçamento entre as linhas (0,80 m para 0,40 m), porém, o híbrido utilizado bem como a densidade populacional, tiveram efeito direto sobre essa característica. Os níveis de fósforo no solo é outro fator que interfere diretamente na espessura do colmo (LIMA et al., 2016 apud OLIVEIRA et al., 2019).

2.5.2 Arquitetura foliar

O número de folhas, ângulo foliar, área foliar, formato, bem como a distribuição ao longo do colmo são fatores que possuem interação e efeito da arquitetura foliar da planta de milho. Os autores destacam que a arquitetura foliar está diretamente relacionado com a interceptação da radiação solar, fato este que é indispensável para a maximização do rendimento de grãos (SANGOI et al., 2002 apud ROMANO, 2005). De acordo com Borella, Leschewitz e Trautenmüller (2019), a arquitetura foliar é um fator importante a se considerar para a seleção de materiais que serão utilizados para cruzamentos.

A arquitetura ereta é considerada como uma das maiores contribuições da fisiologia para o aumento e incremento da produtividade. A estrutura de uma planta mais ereta permite que uma maior quantidade de radiação solar chegue nas folhas inferiores da planta, o que concomitantemente, resultará em uma maior taxa de fotossíntese na mesma (BEADLE et al., 1985 apud ROMANO, 2005).

Em condições de índices de área foliar baixas, plantas de milho que apresentam uma arquitetura horizontal possuem maior eficiência no acúmulo de matéria seca. Já em analogia, os autores relatam que as plantas de milho com folhas eretas possuem uma maior área foliar por unidade de terreno, o que causa um incremento na produtividade final da cultura (MAGALHÃES e SILVA, 1978 apud GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Sangoi et al. (2002) apud Dourado Neto et al. (2003) relatam a comparação de híbridos com arquitetura foliar aberta, grande quantidade e comprimento de folhas, e híbridos com arquitetura foliar eretas, menor número de folhas, e folhas mais curtas, sendo que os autores averiguaram que a arquitetura ereta favoreceu a interceptação da radiação, diminuiu o sombreamento das folhas, fato este que conseqüentemente resultou na maior disponibilidade de carboidratos e maior desenvolvimento, tanto das espigas, como também dos grãos.

2.5.3 Prolificidade

A prolificidade, ou uma planta prolífica, se refere a característica de produzir duas ou mais inflorescências femininas, ou seja, duas ou mais espigas em uma mesma planta (BENTO, 2002). Com exceção dos últimos seis a oito nós abaixo do pendão, todos os nós

possuem capacidade de produzir espigas, no entanto, o autor lembra que apenas uma ou duas que normalmente conseguem ter um ciclo completo, sendo que as demais são abortadas (CRUZ et al., 2011).

Na planta de milho, a inflorescência feminina decorre da diferenciação das gemas presentes nas axilas foliares no colmo, onde a primeira gema diferenciada de cima para baixo, é aquela que dará origem a primeira espiga, sendo assim, é considerada como a primeira espiga do milho. Além disso, de acordo com características genéticas e ambientais, pode ocorrer a produção de mais de uma espiga, no entanto, é a espiga superior que se torna mais desenvolvida, este fato decorrente da dominância apical presente no milho (BENTO, 2002). A prolificidade é uma característica importante, quando leva-se em consideração a busca de melhorias nas performances dos híbridos de milho adaptados a condições adversas de produção e de estresses, sejam estes estresses minerais ou hídricos (DURÃES, 1999)

A maior tolerância das plantas prolíficas em condições adversas, se deve ao fato que mesmo quando as condições de produção não são ideais, ocorre a presença inerente de uma espiga, sendo que em condições adequadas, possui a capacidade de produzir mais de uma espiga, além disso, pode ocorrer um incremento na produtividade mesmo em condições que a densidade populacional não é a ideal. Desta maneira, os autores relatam que normalmente os híbridos prolíficos possuem uma ampla gama de densidades nas quais ocorre a maximização do rendimento, e híbridos que não apresentam prolificidade possuem uma faixa estreita de densidade considerada ideal (TOKATLIDIS e KOUTROUBAS, 2004 apud SANGOI et al., 2010). Svecnjak et al. (2006) apud Sangoi et al. (2010) apontam uma grande resistência à esterilidade das plantas prolíficas.

No entanto, devido ao melhoramento genético intensivo, atualmente encontra-se normalmente apenas uma espiga bem desenvolvida por planta (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). A presença de apenas uma espiga é uma característica dos híbridos modernos, sendo uma contraposição dos milhos primitivos, em que os mesmos apresentavam várias espigas, ocorrendo relatos na literatura de plantas de milho com até 18 espigas (BROWN, 1965 apud PIZAIA, 2000). Desta maneira, ocorreu uma forte pressão de seleção pelos melhoristas, onde houve um maior enfoque na busca de plantas com menor número de espigas, porém, com maior tamanho (HALLAUER e TROYER, 1972 apud PIZAIA, 2000).

Pinho et, al (2009) verificaram um maior percentual de plantas prolíficas em híbridos de alto investimento, levando em comparação híbridos indicados para situações de baixo investimento. Além disso, os autores constataram interação da densidade de semeadura com a prolificidade, onde em menores densidades foi observado um maior número de plantas

prolíficas. Porém, a prolificidade não é uma característica capaz de suprir ou atenuar as perdas de produtividades relacionadas a condições de densidades subótimas (SANGOI et al., 2010).

2.5.4 Perfilhamento em milho

Os perfilhos são estruturas presentes nas *Poaceas*, onde esses atuam como estratégias de compensação de espaços vazios ou baixa densidade de população, ocorrendo notadamente em arroz, trigo e aveia, sendo assim, consideradas estruturas benéficas nestas plantas, contribuindo para um maior número de inflorescências e a aumento da produtividade (ALMEIDA, et al., 1998 apud SCHWEITZER et al., 2007). Os perfilhos são morfológicamente semelhantes ao colmo principal, tendo seu próprio sistema radicular, inflorescência, folhas, nós e entrenós (SCHMITT, 2008). Na cultura do trigo, por exemplo, os perfilhos são capazes de produzir espigas férteis, o que confere plasticidade, e permite que os perfilhos ocupem espaços vazios (MUNDSTOCK, 1999 apud SANDER, COSTA e DUARTE, 2011).

Normalmente o milho apresenta apenas um colmo, porém, pode ocorrer perfilhamento (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017). No entanto, o milho tem uma menor capacidade de perfilhamento quando levamos em consideração as gramíneas de interesse econômico (SILVA et al., 2003). Ainda, os produtores de milho não tem muita certeza sobre os impactos dos perfilhos do milho, inclusive, ocorrendo situações onde os produtores realizam o desbaste dos mesmos (PIONEER, 2005).

Em um contexto histórico, os afillhos têm sido ponderados como característica indesejável na cultura do milho, por ser uma fonte de dreno do colmo principal e afetar o desenvolvimento da espiga, a partir deste ponto de visão, quanto antes forem retirados os perfilhos, menor será o dreno destinado a estes, e maior será a produtividade da cultura. Entretanto, os autores lembram que, ao retirar os afillhos, podem ocorrer injúrias no sistema radicular, fato que pode acentuar-se em estágios mais avançados da cultura, além de demandar uma elevada mão de obra e tempo de serviço necessário (SANGOI et al., 2012b). Porém, os chamados “produtores modernos” não realizam a retirada dos perfilhos, contudo, o afillhamento excessivo preocupa muitos produtores, por produzir espigas pequenas e por aumentar a quantidade de massa seca que passa pela colhedora, o que pode ser considerado um problema para alguns agricultores (PIONEER, 2005).

Outros, porém, indicam que os perfilhos do milho são características positivas. Lançamento de híbridos com alta capacidade de rendimento e com notada presença de perfilhos, indica que os mesmos podem contribuir para o rendimento ocupando espaços vagos na lavoura e aumentando a área foliar da planta, tendo como base esse fundamento, a remoção dos perfilhos é desnecessária, acarretando apenas em gastos e danos a cultura (SCHMITT, 2008). Além disso, o surgimento de perfilhos pode indicar condições adequadas de desenvolvimento para a cultura, tendo altas quantidades disponíveis de nutrientes, luz solar e água (PIONEER, 2005).

Sangoi et al. (2019) através de resultados de estudo e pesquisa, também relatam alguns aspectos positivos, onde o perfilhamento do milho foi capaz compensar os espaços e incrementar a produtividade em baixas populações, fato já reconhecido nas gramíneas de clima frio. Em casos de desfolha do colmo principal, os perfilhos do milho podem ter a função de suprir os fotoassimilados necessários, ou seja, mesmo em condições onde não ocorram a produção de espigas no perfilho, ocorre uma contribuição de forma indireta, através da translocação de fotoassimilados (SANGOI et al., 2011 apud SANGOI, 2012b).

O melhoramento genético e o processo de seleção cujo qual o milho foi submetido a partir do teosinto, preponderou a dominância apical e a concentração de energia do colmo principal (DOEBLEY, 1997 apud SANGOI, 2009). Além disso, os genes 1, 2 e 7 do teosinto, são relacionados ao afilhamento do teosinto, porém, estes genes apresentam pouca expressão no milho (ROGERS, 1950 apud MAGALHÃES et al., 2010). Além da genética, características ambientais, bem como os fatores de manejo afetam diretamente a emissão dos mesmos (GALVÃO, BORÉM e PIMENTEL, 2017).

Os fatores nutricionais e hormonais também interferem diretamente, sendo que a intensidade que ocorre a presença de perfilhos pode ser explicada através de fatores de densidade de semeadura, arranjo das plantas, nível de fertilidade do solo, além da genética (já mencionado anteriormente) (SCHMITT, 2008). Maior espaçamento entre as linhas de semeadura, doses elevadas de nitrogênio e fósforo são fatores estimulantes ao perfilhamento do milho (SCHWEITZER, 2009 apud MAGALHÃES et.al, 2010). Atualmente ocorrem menores chances de perfilhamento de milho pelas altas populações de plantas e pelo espaçamento menor entre fileiras (CRUZ et al., 2011).

Ainda, fatores relacionados a estresses por altas ou baixas temperaturas, bem como o ataque de insetos pode provocar o perfilhamento (CRUZ et al., 2011). Da mesma forma, danos causados no início do desenvolvimento da cultura, como o próprio ataque de insetos, a ocorrência de geada, granizos, ventos e também estragos através dos pneus de trator

estimulam o perfilhamento, sendo que estes afixhos se ocorrerem prematuramente, podem contribuir para o rendimento final da cultura. O autor também indica que outra causa do perfilhamento excessivo pode ser a ocorrência de enfezamentos na lavoura, sendo um sintoma comum do enfezamento vermelho (PIONEER, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi implantado no período da safra do ano agrícola de 2021/2022 no município de Cândido Godói-RS com a seguinte localização: 27°52'41.15"S de latitude, e 54°43'15.21"O de longitude. O solo do local é classificado como Neossolo litólico e, o clima da região é classificado como Cfa, subtropical úmido, tendo como base na classificação de Koppen (WREGE et al., 2012).

O delineamento experimental foi o bifatorial em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por 2 híbridos de milho: B2688PWU e FS533PWU. Ambos híbridos simples, de ciclo precoce, com dupla aptidão (podendo ser utilizados tanto para produção de grãos e silagem), sendo indicados para lavouras de médio/alto investimento. Os dois híbridos apresentam a tecnologia PowerCoreUltra, cuja qual possui em sua composição quatro proteínas inseticidas, sendo assim, uma fonte de auxílio no controle das principais lepidópteros que atacam a parte aérea, como também de algumas lagartas de solo, além de conferir nesta tecnologia tolerância à herbicida glifosato e glufosinato de amônio (BREVANT, 2021).

Os dois híbridos foram combinados com cinco populações de plantas diferentes: 55, 60, 65, 70 e 75 mil plantas por hectare. Cada parcela foi composta por 7 linhas com 7 metros de comprimento. A área útil de cada parcela foi compreendida pelas três linhas centrais, sendo desprezados 1 metro das extremidades de cada linha avaliada, resultando em uma área útil de 6,75 m² por parcela.

Anteriormente a implantação do experimento, a área encontrava-se com plantas de cobertura, através de um consórcio de nabo, aveia e ervilhaca, sendo realizada a dessecação com uso de glyphosate+clethodim em mistura. Além disso, durante o período em que a área encontrou-se com plantas de cobertura, foi realizada a coleta e análise de solo, cuja qual apresentou os seguintes dados (Figura 1):

Figura 1 - Laudo de Análise do Solo

Amostra N°	Área (ha)	Argila %	Classe Textural	pH H ₂ O 1:1	Índice SMP	M.O. %	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
							mg L ⁻¹		Cmol L ⁻¹			
51455	0,50	20	4	5,6	6,1	2,8	9,0	198	11,7	3,1	0,0	3,8

Amostra N°	CTC (Cmol _c L ⁻¹)		Saturação (%)		S	B	Cu	Zn	Mn	Mo	Fe	Na
	Efetiva	pH7,00	Bases	Al	mg L ⁻¹							%
51455	15,3	19,1	79,7	0,0	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

Fonte: Sociedade Educacional Três de Maio - SETREM (2021).

A partir do laudo de análise de solo, foi realizada a adubação no momento da semeadura, com 320 kg por hectare de P_2O_5 , 70 kg por hectare de K_2O e 35 kg por hectare de N. Além disso, foi realizada uma adubação nitrogenada de cobertura com 60 kg de N no momento em que as plantas encontravam-se no estágio fenológico V3. A adubação foi realizada tendo como base o manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2016).

A semeadura ocorreu no último decêndio de agosto. Para tanto, a marcação das linhas de plantio e a distribuição do fertilizante foi realizada utilizando uma semeadora adubadora. Posteriormente, a distribuição de sementes foi realizada com semeadora manual (“saraguá”), sendo depositadas duas sementes por cova, realizando o desbaste quando as plantas apresentaram duas folhas totalmente expandidas (V2).

Foi avaliado a porcentagem de plantas perfilhadas (PPP), número de perfilhos por planta (NPP), diâmetro do colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE), prolificidade (PRO), diâmetro das espigas (DE), comprimento das espigas (CE), número de fileiras por espiga (NF), grãos por fileira (NGF) e massa de mil grãos (MMG). O PPP e NPP foram avaliados em toda a área útil, enquanto as demais avaliações foram procedidas através de amostragem de 2 metros corridos. Todas as avaliações foram realizadas com base na escala fenológica de Ritchie, Hanway e Benson (1993) apud Bergamaschi e Matzenauer (2014).

O número de perfilhos por planta foi obtido através da contagem direta dos mesmos nos estágios V4, V8, VT e R6. A porcentagem de plantas perfilhadas foi obtido através da divisão do número de plantas perfilhadas pelo número total de plantas na parcela útil, por fim, realizada a multiplicação por 100 (SCHMITT et al., 2008).

As medidas de altura da planta foi averiguado em VT (pendoamento), esta característica foi obtida através da distância da superfície do solo e do ponto de inserção do pendão (DEMÉTRIO et al., 2008). A avaliação do diâmetro do colmo foi realizada através da medição do segundo entrenó acima do nível do solo, através do auxílio de paquímetro digital (FARINELLI e LEMOS, 2010). A altura da inserção da primeira espiga foi obtido levando em consideração a altura entre o solo e o ponto de inserção da espiga, através de trena métrica (SILVA et al., 2014). As avaliações do diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga foram realizadas em R3 (grão leitoso).

As espigas foram colhidas manualmente, procedendo a amostragem na parcela útil quando as mesmas encontraram-se em R6 (maturação fisiológica), através da colheita em 2 metros corridos, onde foi realizada a contagem de espigas presentes no colmo, obtendo a

relação entre o número de espigas colhidas e o número de plantas, a fim de verificar a prolificidade. Foi realizada a contagem do número de fileiras, grãos por fileira, e a massa de mil sementes, desta maneira, obtendo o rendimento médio nos diferentes tratamentos.

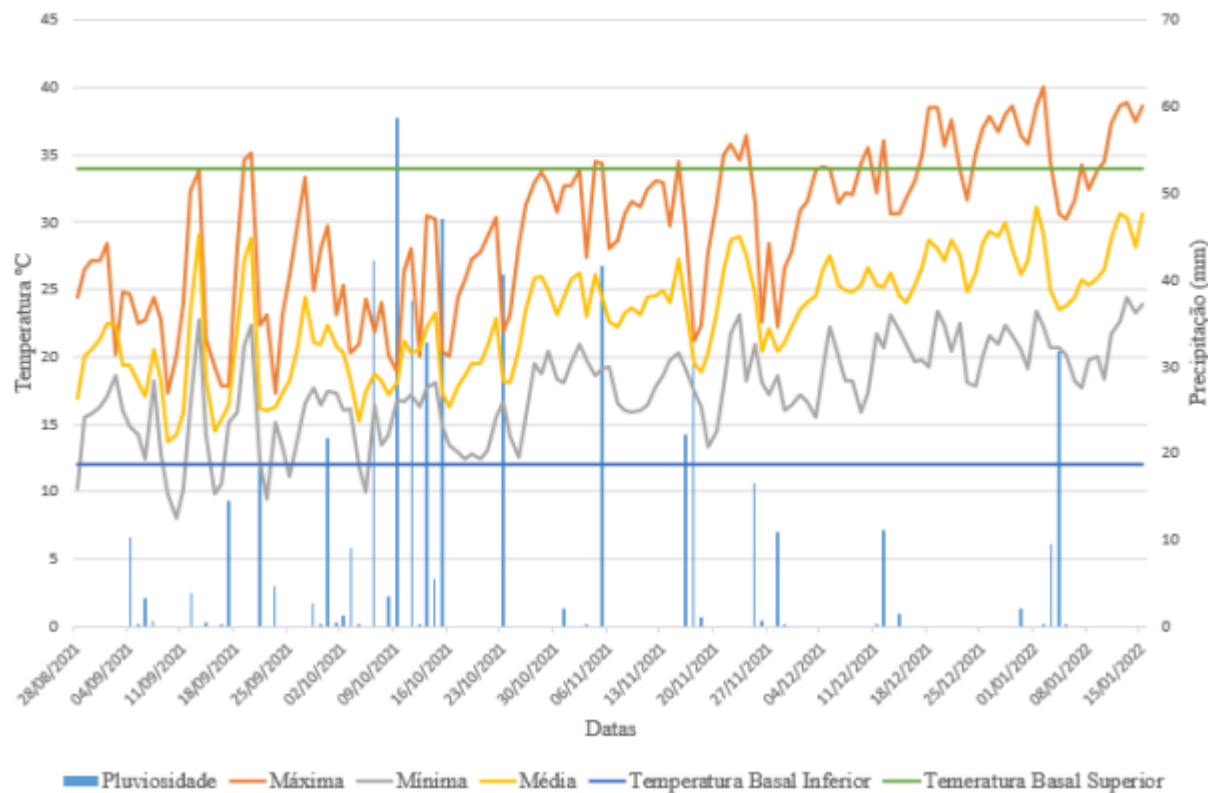
Anteriormente a debulha das espigas, foi realizada a medição do diâmetro das espigas utilizando um paquímetro, tendo como referência a averiguação no terço basal da espiga, sendo também realizado a medição do comprimento das espigas através de régua graduada (FERREIRA et al., 2013). As espigas principais, as segundas espigas e as espigas do(s) perfilho(s) foram colhidas separadamente e convertidos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a fim de averiguar as contribuições dos mesmos na produção final (SANGOI et al., 2010).

Os dados aferidos foram submetidos à análise de variância conjunta a fim de verificar a ocorrência de interação (Teste F a 5% de probabilidade de erro) e posterior teste de médias (Teste de Tukey a 5% de significância).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Ribeiro et al. (2020) a temperatura ideal para o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho está na faixa de 18 a 30 °C, tendo como temperatura basal inferior e superior, 12 °C e 30 °C respectivamente. Durante o período que a cultura permaneceu a campo, a temperatura média esteve dentro do limite inferior e superior da cultura, porém, quando levado em consideração a temperatura mínima e máxima, observa-se que no período inicial da cultura a campo, especificadamente até o primeiro decêndio do mês de setembro, obteve-se temperaturas mínimas abaixo da temperatura basal inferior do milho. Enquanto isso, as temperaturas máximas atingiram patamares acima da temperatura basal superior durante o final do mês de novembro e durante o mês de dezembro (Figura 2).

Figura 2 - Dados meteorológicos referentes à temperatura do ar e precipitação de acordo com a estação meteorológica ISANTO55, localizada no município de Santo Cristo-RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No aspecto hídrico, inicialmente ocorreram recorrentes precipitações pluviométricas, auxiliando na adequada germinação e emergência das plântulas, mantendo condições com precipitações até o fim do mês de novembro, permitindo condições favoráveis de crescimento e desenvolvimento do período vegetativo e início do período reprodutivo, uma vez que a planta atingiu o estágio de pendoamento (último estágio vegetativo) no dia 11 de novembro.

Contudo, o mês de dezembro apresentou precipitações insuficientes (acumulado de 15 mm), afetando parte do período reprodutivo da cultura.

A tabela 1 apresenta o resumo da ANOVA, referentes ao valor de p-value, não ocorrendo interação significativa entre os fatores para as variáveis diâmetro de colmo, altura de plantas, altura de inserção da espiga, prolificidade, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, grãos por fileira e massa de mil grãos.

Tabela 1 - Resumo da ANOVA com valores referentes ao p-value, calculado para verificar a interação entre os seguintes fatores. DC (diâmetro de colmo (mm)), AP (altura de plantas (m)), AIE (altura de inserção da primeira espiga (m)), PRO (prolificidade (relação de espigas por colmo)), DE (diâmetro das espigas (mm)), CE (comprimento das espigas (cm)), NF (número de fileiras por espiga), NGF (número de grãos por espiga), MMG (massa de mil grãos (g)).

FV	Parâmetros Avaliados								
	DC	AP	AIE	PRO	DE	CE	NF	NGF	MMG
Híbrido (H)	0,0143*	0,8286 ^{ns}	0,1077 ^{ns}	0,3855 ^{ns}	0,0147*	0,0000*	0,0000*	0,0064*	0,0000*
População (P)	0,0067*	0,3676 ^{ns}	0,4510 ^{ns}	0,0068*	0,2403 ^{ns}	0,0357*	0,3595 ^{ns}	0,1464 ^{ns}	0,5264 ^{ns}
Bloco	0,0048*	0,0021*	0,0082*	0,4952 ^{ns}	0,0327*	0,0026*	0,3827 ^{ns}	0,2304 ^{ns}	0,0456*
H x P	0,9827 ^{ns}	0,6952 ^{ns}	0,0921 ^{ns}	0,9853 ^{ns}	0,9098 ^{ns}	0,7851 ^{ns}	0,6130 ^{ns}	0,7618 ^{ns}	0,8703 ^{ns}

FV: Fonte de variação. ns: Não significativo ($P > 0,05$). *: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A tabela 2 apresentam o resumo da ANOVA, referentes ao valor de p-value. É possível observar que ocorreu interação entre os fatores percentual de plantas perfilhadas (PPP V8, PPP VT, PPP R6) e número de perfilhos por planta (NPP V8, NPP VT e NPP R6), ocorrendo interação em todas as fases fisiológicas avaliadas dessas variáveis, indicando que os híbridos responderam de forma diferente alterando a população. Para PPE, PPE+PSE, PPE+PEP e PRT não ocorreu interação significativa entre os fatores e as variáveis.

Tabela 2 - Resumo da ANOVA com valores referentes ao p-value, calculado para verificar a interação entre os seguintes fatores. PPP (percentual de perfilhos por planta), NPP (número de perfilhos por planta, PPE (produtividade da primeira espiga), PPE+PSE (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da segunda espiga), PPE+PEP (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da espiga dos perfilhos) e PRT (produtividade total).

FV	Parâmetros Avaliados									
	PPP (V8)	PPP (VT)	PPP (R6)	NPP (V8)	NPP (VT)	NPP (R6)	PPE	PPE+PSE	PPE+PEP	PRT
Híbrido (H)	0,0000*	0,0000*	0,0101*	0,0000*	0,0000*	0,0101*	0,0135*	0,0660 ^{ns}	0,4147 ^{ns}	0,5329 ^{ns}
População (P)	0,0047*	0,0276*	0,0057*	0,0031*	0,0702 ^{ns}	0,0057*	0,0857 ^{ns}	0,3524 ^{ns}	0,4880 ^{ns}	0,3764 ^{ns}
Bloco	0,0028*	0,0345*	0,0028*	0,0100*	0,0972 ^{ns}	0,0028*	0,1098 ^{ns}	0,4245 ^{ns}	0,1889 ^{ns}	0,4547 ^{ns}
H x P	0,0086*	0,0094*	0,0310*	0,0045*	0,0360*	0,0310*	0,9206 ^{ns}	0,9066 ^{ns}	0,3622 ^{ns}	0,6005 ^{ns}

FV: Fonte de variação. ns: Não significativo ($P > 0,05$). *: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte : Elaborado pelo autor (2022).

Referente ao percentual de plantas perfilhadas, no desdobramento dos híbridos dentro de cada população, tanto em V8 como em VT, o híbrido B2688PWU apresentou a maior porcentagem de plantas perfilhadas em comparação ao FS533PWU, independentemente da população de plantas adotada. Em R6, o híbrido B2688PWU também apresentou maior porcentagem de plantas perfilhadas, porém, diferindo significativamente do FS533PWU apenas na população de 55.000 plantas por hectare, sendo que nas demais populações não ocorreu diferença significativa entre os híbridos nessa fase fenológica (Tabela 3).

Tabela 3 - Desdobramento das médias entre as populações de plantas por hectare e os híbridos referentes ao percentual de plantas perfilhadas nos estádios V8, VT e R6

% de Plantas Perfilhadas	População de Plantas por Hectare				
	55000	60000	65000	70000	75000
V8					
Híbrido B2688PWU	32,01 Aa*	33,84 Aa	33,31 Aa	17,91 Ab	19,92 Ab
Híbrido FS533PWU	1,97 Ba	2,48 Ba	2,25 Ba	2,09 Ba	1,47 Ba
VT					
Híbrido B2688PWU	24,64 Aa	21,59 Aab	23,13 Aab	12,66 Ac	15,47 Abc
Híbrido FS533PWU	1,32 Ba	1,25 Ba	0,56 Ba	2,09 Ba	0,98 Ba
R6					
Híbrido B2688PWU	5,97 Aa	1,84 Ab	1,68 Ab	0,53 Ab	0,00 Ab
Híbrido FS533PWU	0,66 Ba	1,25 Aa	0,56 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha à 5% de significância pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quando avaliada a interação da população dentro do híbrido B2688PWU, em V8 as populações de 55.000; 60.000 e 65.000 plantas por hectare resultaram em uma maior porcentagem de plantas perfilhadas, diferindo das populações de 70.000 e 75.000 plantas por hectare, sendo que estas por sua vez apresentaram as menores médias. Em VT, o mesmo híbrido apresentou maior porcentagem de plantas perfilhadas na população de 55.000 plantas por hectare, não diferindo significativamente da população de 60.000; 65.000 e 75.000 plantas por hectare, a população de 70.000 por hectare por sua vez não diferiu da população de 75.000 plantas por hectare. Na fase fisiológica R6, a população de 55.000 plantas por hectare apresentou a maior média de plantas perfilhadas, diferindo significativamente das demais populações. Quando realizado o desdobramento das populações dentro do híbrido FS533PWU, não ocorreram diferenças significativas, independentemente do estágio fenológica e da população utilizada (Tabela 3).

Quando analisado o número médio de perfilhos por planta (Tabela 4), ocorreram resultados semelhantes ao percentual de plantas perfilhadas, também ocorrendo interação. No desdobramento dos híbridos dentro das populações em V8 e VT, o híbrido B2688PWU apresentou maior número médio de perfilhos por planta independentemente da população empregada, diferindo significativamente do híbrido FS5333PWU. Em R6, apenas na população de 55.000 plantas por hectare ocorreu diferença significativa entre os híbridos, novamente, o B2688PWU apresentou a maior média em comparação ao FS5333PWU.

Tabela 4 - Desdobramento das médias entre as populações de plantas por hectare e os híbridos referentes ao número de perfilhos por planta nos estádios V8, VT e R6

Número médio de perfilhos por planta	População de Plantas por Hectare				
	55000	60000	65000	70000	75000
V8					
Híbrido B2688PWU	0,46 Aa*	0,45 Aa	0,42 Aa	0,22 Ab	0,27 Ab
Híbrido FS5333PWU	0,02 Ba	0,02 Ba	0,02 Ba	0,02 Ba	0,01 Ba
VT					
Híbrido B2688PWU	0,30 Aa	0,26 Aab	0,28 Aa	0,15 Ab	0,18 Aab
Híbrido FS5333PWU	0,01 Ba	0,01 Ba	0,01 Ba	0,02 Ba	0,00 Ba
R6					
Híbrido B2688PWU	0,06 Aa	0,02 Ab	0,02 Ab	0,01 Ab	0,00 Ab
Híbrido FS5333PWU	0,01 Ba	0,01 Aa	0,01 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha à 5% de significância pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No desdobramento da população dentro do híbrido B2688PWU, em V8 apresentou maior número médio de perfilhos a população de 55.000; 60.000 e 65.000 plantas por hectare, diferindo significativamente das demais populações. Em VT, as populações de 55.000 e 65.000 plantas por hectare apresentaram maior número médio de perfilhos, não diferindo significativamente das populações de 60.000 e 75.000 plantas por hectare, a população de 70.000 plantas por hectare apresentou o menor número médio de perfilhos, não diferindo significativamente da população de 75.000 plantas por hectare. Em R6, a população de 55.000 plantas apresentou maior número médio de perfilhos por planta, diferindo significativamente das demais. Enquanto isso, no desdobramento do híbrido FS5333PWU, independente da população e do estágio fenológico, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Na metodologia está descrita a avaliação do perfilhamento em V4, porém, neste estágio fenológico não ocorreu a presença dos mesmos. Ritchie, Hanway e Benson (2003) e

Weismann (2008) relatam que a presença dos perfilhos na cultura do milho comumente é visível a partir de V6, ou seja, a partir de seis folhas totalmente expandidas, além disso, os autores lembram que os perfilhos são formados nos nós abaixo da superfície do solo, porém, podem nunca se tornar visíveis, sendo esse fator dependente da cultivar, densidade de semeadura, fertilidade e condições ambientais.

É perceptível que ocorreu uma diminuição do percentual de plantas perfilhadas e número de perfilhos por planta de acordo com os avanços das fases fisiológicas da cultura, obtendo-se uma baixa taxa de plantas perfilhadas e perfilhos por planta especialmente no estágio R6, resultando em uma baixa quantidade de perfilhos no momento da colheita, fator este atribuído, principalmente, a reduzida ocorrência de precipitações no mês de dezembro, acarretando em deficiência hídrica nesse período. Maas et al. (1944) apud Sangoi et al (2011), Sangoi et al. (2012b) e Sangoi et al (2011) relatam que a deficiência hídrica causa o aborto dos perfilhos, onde a menor precipitação estimula a dominância apical. Sangoi et al (2012a), relata que após o pendoamento, ocorre uma grande demanda de fotoassimilados para que ocorra o enchimento de grãos, desta maneira, ocorre a abortamento de parte de perfilhos produzidos entre V6 e V9, o que conseqüentemente reduz o número de perfilhos por planta, bem como a porcentagem de plantas perfilhadas. Portanto, o conjunto destes fatores auxilia a explicar a redução da quantidade de plantas perfilhadas e perfilhos por planta durante o avanço do ciclo da cultura e no momento da colheita.

As menores densidades apresentaram maior porcentagem de plantas perfilhadas (Tabela 4), bem como maior número médio de perfilhos por planta, de maneira específica no híbrido B2688PWU. Sangoi et al (2009) em um trabalho avaliando três híbridos e duas densidades de semeadura (4,0 e 7,0 plantas por metro quadrado) encontrou resultados semelhantes, onde que foi verificado que híbridos que possuem a predisposição ao perfilhamento, respondem de maneira negativa ao aumento da densidade populacional, ocorrendo a redução dos números destas variáveis, também foi ponderado que diferentes híbridos diferem na capacidade de emissão dos perfilhos. Schmitt (2008) complementa que “O perfilhamento ocorre de forma espontânea em alguns híbridos de milho, nas diferentes situações de cultivo a campo”, fatores estes observados com o híbrido B2688PWU, que obteve maior capacidade de perfilhamento, em contrapartida, o híbrido FS5333PWU não apresentou a predisposição ao perfilhamento, independente da densidade populacional.

Quando analisado os híbridos, B2688PWU apresentou menor diâmetro de colmo, diferindo significativamente do FS5333PWU. Na altura de plantas, altura de inserção de espiga e prolificidade não ocorreu diferença significativa. No diâmetro de espigas,

comprimento de espigas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos o FS5333PWU apresentou maiores médias, diferindo do B2688PWU (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias para os parâmetros DC (diâmetro de colmo (mm)), AP (altura de plantas (m)), AIE (altura de inserção da primeira espiga (m)), PRO (prolificidade (relação de espigas por colmo)), DE (diâmetro das espigas (mm)), CE (comprimento das espigas (cm)), NF (número de fileiras por espiga), NGF (número de grãos por espiga), MMG (massa de mil grãos (g)).

		DC	AP	AIE	PRO	DE	CE	NF	NGF	MMG
População de Plantas por Hectare	55000	24,69 a*	2,36 a	1,33 a	1,25 a	50,03 a	17,40 a	17,20 a	36,22 a	290,60 a
	60000	23,62 ab	2,36 a	1,33 a	1,19 ab	49,15 a	17,11 ab	17,45 a	34,35 a	287,41 a
	65000	23,16 b	2,40 a	1,36 a	1,17 ab	48,29 a	16,80 ab	16,60 a	34,10 a	281,08 a
	70000	23,13 b	2,41 a	1,37 a	1,02 b	48,37 a	16,40 ab	17,32 a	33,16 a	268,14 a
	75000	22,94 b	2,44 a	1,36 a	1,02 b	48,56 a	16,20 b	17,21 a	33,12 a	279,32 a
Híbridos	B2688PWU	23,12 b	2,39 a	1,36 a	1,15 a	48,18 b	16,02 b	18,16 a	33,14 b	254,22 b
	FS5333PWU	23,90 a	2,39 a	1,33 a	1,11 a	49,58 a	17,57 a	16,15 b	34,84 a	308,4 a
Média Geral		23,51	2,39	1,35	1,13	48,88	16,80	17,16	33,99	281,31

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nos componentes de rendimento, o B2688PWU expressou maior número de fileiras, menor número de grãos por fileira e massa de mil grãos em comparação ao FS5333PWU, em todas estas avaliações ocorreram diferenças significativas. Mantine (2008) considera que as diferenças entre o número de fileiras entre os híbridos podem estar relacionadas às diferenças genéticas que ocorrem entre os mesmos (Tabela 5).

Quando a avaliada separadamente a população de plantas (Tabela 5), a população de 55.000 apresentou o maior diâmetro de colmo, não diferindo da população de 60.000 plantas. As populações de 65.000; 70.000 e 75.000 apresentaram o menor diâmetro de colmo, não diferindo significativamente da população de 60.000 plantas por hectare, que por sua vez apresentou resultados intermediários em relação a essa variável. Observou-se que as menores populações de plantas apresentaram o maior diâmetro de colmo, resultado semelhante a encontrado por Palhares (2003), Brachtvogel (2008), Gonçalves (2008), Mantine (2008) e Dourado Neto et al. (2003). Segundo Taiz e Zeiger (2004) apud Kappes et al., (2011) O fato de o diâmetro do colmo diminuir de acordo com o aumento da densidade se deve ao fato das plantas alocarem seus recursos para um crescimento mais rápidos, desta maneira, ocorre uma maior possibilidade de crescimento e diminuição do diâmetro do colmo.

Ao analisar altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga de forma isolada nas populações, a medida que ocorreu o incremento da população, a altura de plantas foi maior, bem como a altura de inserção de espiga, porém, em nenhum dos dois parâmetros ocorreu diferença significativa entre os híbridos e as populações de plantas por hectares

utilizados (Tabela 5). Borghi, Mello e Crusciol (2004) encontraram resultados semelhantes em um trabalho avaliando densidade populacional, adubação por área e adubação por planta, onde a variação de 55.000 à 75.000 plantas por hectare não afetou significativamente a altura de plantas, nem a altura de inserção de espiga, resultado também encontrado por Mantine (2008). Segundo Schmitt (2014) este fator “pode indicar que o híbrido utilizado se adapta bem a maiores adensamentos de cultivo quando as demais condições ambientais forem favoráveis, mitigando a competição intraespecífica por luz”, condição esta encontrada no período do desenvolvimento vegetativo da cultura durante o ensaio, não ocorrendo déficit hídrico nesse período e apresentando valores de temperatura média dentro da faixa adequada para a cultura do milho.

Em relação à prolificidade, ocorreu diferença significativa entre as médias dentro das populações, onde a população de 55.000 plantas por hectare apresentou a maior média, as populações de 70.000 e 75.000 plantas por hectare apresentaram as menores médias e as populações de 60.000 e 65.000 plantas por hectare apresentaram resultados intermediários, não diferindo significativamente da maior e menor média. Kappes et al (2011) encontrou resultados semelhantes, verificando diferenças significativas em diferentes densidades populacionais, porém, no caso dos autores, foi avaliado densidades de 50.000 à 90.000 plantas por hectare, amplitude maior do que a realizada neste trabalho. Sangoi (2001) apud Zanin (2007) relata que “A maior proximidade entre plantas em estandes adensados estimula a competição intraespecífica, favorecendo a dominância apical e diminuindo a prolificidade da cultura do milho”. Pinho et al. (2009) também relataram que a densidade populacional afetou a prolificidade.

Referente ao diâmetro da espiga, não ocorreu diferença significativa entre as populações avaliadas, resultado que corrobora com Mantine (2008), onde o autor relatou que a densidade populacional não influenciou de maneira significativa na expressão fenotípica do diâmetro de espigas. Ferreira (2012) verificou que diâmetro da espiga apresentou diferença significativa apenas na população de 105.000 plantas por hectare, população superior da avaliada no presente trabalho.

No comprimento de espigas, a população de 55.000 apresentou maior média, diferindo da população de 75.000 plantas por hectare, as populações de 60.000; 65.000 e 70.000 plantas por hectare apresentaram resultados intermediários, não diferindo significativamente do maior e menor comprimento de espigas. Brachtvogel (2008) e Ferreira (2012) encontraram resultados semelhantes, onde ocorreu menor comprimento de espigas nas maiores densidades populacionais, segundo o autor, esse fato deve-se a maior competição intraespecífica, tanto

por nutrientes, água e luz, resultando em espigas menores. Mantine (2008) obteve resultados contrastantes, não ocorrendo diferença no comprimento de espigas em diferentes densidades populacionais.

Referente aos componentes de rendimento, a figura 3 ilustra quais os fatores e as fases de desenvolvimento que cada componente é mais afetado. Neste trabalho, a massa de grãos foi o componente de produtividade que obteve maior interferência negativa, uma vez que ocorreu uma quantidade extremamente baixa de precipitações no mês de dezembro, período este em que a cultura encontrava-se no período de enchimento de grãos, entre R2 e R5. O número de grãos por fileira foi outro componente afetado pela restrição hídrica nesse período, uma vez que houve a presença de espigas em que não ocorreu a formação do número total de grãos, observando a ausência de grãos no ápice de algumas espigas, componente este que apresenta uma quantificação de efeito médio no período de enchimento de grãos.

Figura 3 - Componentes de rendimento do milho, os fatores que influenciam e as fases de desenvolvimento que são afetados.

Componentes de produtividade	Fatores que influenciam	Fase de desenvolvimento e quantificação do efeito			
		SM-EM	VI-VT	RI	R2-R5
Número plantas m ⁻²	Número de sementes % de emergência	Grande	Grande	Pequeno	Ausente
Número de espigas por m ⁻²	Número de plantas m ⁻² Cultivar Ambiente	Grande	Grande	Grande	Pequeno
Número de fileiras por espiga	Híbrido/genética Ambiente	Ausente	Grande	Pequeno	Ausente
Número de grãos por fileira	Ambiente Área foliar Número de plantas por ha ⁻¹	Ausente	Grande	Grande	Médio
Massa de grãos	Área foliar Ambiente	Ausente	Pequeno	Pequeno	Grande

SM - semeadura; EM - emergência; estágios VI-VT - fase vegetativa; estágio RI - início da fase reprodutiva; R2-R5 - enchimento de grãos.

Fonte: Sangoi et al. (2010) apud Ribeiro et al. (2020).

Nos resultados obtidos diante os componentes de rendimento (Tabela 5), não houve diferença significativa em nenhum dos parâmetros avaliados dentro das populações. Almeida et al. (1998) apud Lopes (2007) “afirmam que os componentes do rendimento estão inversamente relacionados, ou seja, o aumento de um pode provocar decréscimo no outro.” Olivoto et al (2018) pondera que o estágio fenológico entre 4 folhas totalmente expandidas (V4) e nove folhas totalmente expandidas (V9) é de extrema importância para a cultura do milho, pois é nesse período que ocorre a definição dos componentes de produtividade que são inerentes ou pertencentes a espiga, como o número de fileiras e número grãos por fileira.

Em relação ao número de fileiras e grãos por fileira não ocorreu diferença significativa entre as populações avaliadas (Tabela 5), resultado também encontrado por Mantine (2008). Marchão et al. (2005) em um trabalho realizado com densidades populacionais entre 40.000 a 100.000 plantas por hectare, não encontraram diferença significativa em ambos as variáveis, segundo estes, o fato do número de fileiras e o número de grãos por fileira não alterar com a densidade, pode ser relacionada ao potencial de produção já ser definido quando ocorre o início da diferenciação floral, bem como a formação dos primórdios florais da espiga. Vilela et al. (2012) reitera que o “número de grãos por fileira está diretamente relacionado com o comprimento médio das espigas”, esse aspecto foi perceptível neste trabalho, onde as espigas com maior comprimento, apresentaram maior número de grãos por fileira.

Como já citado anteriormente, a massa de mil grãos foi afetada pela restrição hídrica que ocorreu no período de enchimento de grãos durante o mês de dezembro. Segundo Ribeiro et al. (2020), a massa ideal de grãos de milho é de 385 gramas, sendo indispensável que a planta não sofra estresses, principalmente hídrico, o autor lembra ainda que o enchimento de grãos do milho compreende a fase entre R3 (grão leitoso) e R6 (maturação fisiológica). Apesar de não ocorrer diferença significativa entre as populações utilizadas, as menores densidades de semeadura apresentaram a maior massa de grãos, segundo Serpa et al. (2012) apud Olivoto (2018) considera que em maiores densidades ocorre redução da massa de grãos devido a maior competição intraespecífica tanto pelos recursos hídricos, como também pelos recursos nutricionais, Mantine (2008), Kappes (2011), Marchão et al. (2005) e Brachtvogel (2008) também encontraram resultados semelhantes.

Em decorrência de não haver diferença significativa dos componentes de rendimento nas diferentes populações, a produtividade da primeira espiga não foi afetada significativamente, porém, a medida que ocorreu o incremento da densidade populacional, ocorreu o aumento da produtividade (Tabela 6). Ferreira (2012) considera “quanto maior a densidade populacional, maior é o rendimento de grãos”. Marchão et al. (2005) por sua vez encontrou diferença significativa entre diferentes densidades populacionais, ocorrendo incremento de produtividade a partir de 50.000 plantas por hectare, densidade abaixo da avaliada neste trabalho, os autores ainda ponderam que as maiores produtividades são alcançadas por densidades populacionais acima de 70.000 plantas por hectare.

Tabela 6 - Médias para as seguintes variáveis: PPE (produtividade da primeira espiga), PPE+PSE (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da segunda espiga), PPE+PEP (produtividade da primeira espiga mais a produtividade da espiga dos perfilhos) e PRT (produtividade total). Todas essas variáveis são expressas em Kg.ha⁻¹.

		<u>PPE</u>	<u>PPE+PSE</u>	<u>PPE+PEP</u>	<u>PRT</u>
População de Plantas por Hectare	55000	9648,9 a*	10.341,4 a	11.342,9 a	12035,4 a
	60000	10249,8 a	11.925,8 a	10.637,6 a	12271,8 a
	65000	10353,2 a	10.353,2 a	10.353,2 a	10353,2 a
	70000	10785,4 a	10.785,4 a	10.785,4 a	10785,5 a
	75000	11898,2 a	11.898,2 a	11.898,2 a	11898,2 a
Híbridos	B2688PWU	9944,2 b	10.425,0 a	10.760,3 a	11241,1 a
	FS533PWU	11246,7 a	11.696,0 a	11.246,7 a	11696,6 a
Média Geral		10.595,5	11.060,5	11.003,5	11.468,9

*Médias não seguidas pelas mesmas letras diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tanto PPE+PSE e PPE+PEP apresentaram incremento de produtividade nas menores densidades, ou seja, nas densidades de 55.000 e 60.000 plantas por hectare, porém, não diferiram significativamente das demais populações (Tabela 6). Apesar de ocorrer a presença de segunda espiga em todas as densidades (Tabela 5), não houve a presença de grãos nas densidades de 65.000, 70.000 e 75.000 plantas por hectare, apresentando apenas sabugos sem nenhum tipo de grão. Para os perfilhos ocorreu situação semelhante, onde plantas apresentaram perfilhos no momento da colheita, porém, sem a presença de qualquer tipo de espigas, com exceção das densidades de 55.000 e 60.000 plantas por hectare. Novamente, a baixa precipitação no mês de dezembro afetou de maneira negativa essas variáveis. Kappes et al. (2011) relata que em baixas densidades ocorre menor competição por água, luz e nutrientes, possibilitando recursos necessários para que ocorra o enchimento de grãos em mais de uma espiga. Sangoi et al (2011) também considera que o estresse hídrico no período reprodutivo, e principalmente em R3, afeta não somente a sobrevivência dos perfilhos, como também a capacidade de os mesmos produzirem espigas, ocorrendo esse fator de maneira mais acentuada em densidades mais altas.

Na produtividade final, novamente não ocorreu diferença significativa entre as populações (Tabela 6). Porém, cabe ressaltar que os mecanismos compensadores (segunda espiga e perfilhos) aumentaram a média da produtividade final nas densidades de 55.000 e 60.000 plantas por hectare, sendo os mesmos responsáveis em resultar em 2387 e 2022 kg por hectare, respectivamente. Sangoi et al (2009) avaliando diferentes densidades, verificou que o perfilhamento aumenta a estabilidade fenotípica da produtividade de grãos de milho frente a

variações no arranjo de plantas. Porém, o mesmo autor em um trabalho realizado em 2010 avaliando tanto a prolificidade, como o perfilhamento, destaca quem em estandes de plantas sub-ótimas e em condições edafoclimáticas adequadas, esses mecanismos não influenciam de forma relevante na produtividade.

Avaliando os híbridos, destaca-se que o híbrido B2688PWU apresentou menor produtividade da primeira espiga, inclusive diferindo significativamente, porém, ao somar a produtividade da segunda espiga e a produtividade dos perfilhos, observa-se que este híbrido obteve um acréscimo de 1297 Kg.ha⁻¹, atingindo valores de produtividade semelhantes ao FS5333PWU, não ocorrendo diferença significativa (Tabela 6). Desta maneira, tanto a segunda espiga, como os perfilhos são mecanismos relevantes ao híbrido B2688PWU. Em contrapartida, para o híbrido FS5333PWU, os mecanismos compensadores pouco auxiliaram na produtividade, ocorrendo apenas um incremento de 450 Kg por hectare da segunda espiga, resultado semelhante ao encontrado por Schweitzer (2010), onde o autor verificou que a capacidade de emitir perfilhos produtivos varia entre os diferentes híbridos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os híbridos diferem entre si na capacidade de emitir perfilhos durante o seu ciclo, ocorrendo uma mortalidade dos perfilhos a medida que o ciclo da cultura avança, reduzindo o percentual de perfilhos e número de perfilhos por planta.

Densidades populacionais inferiores resultam em uma maior quantidade de emissão de perfilhos e segundas espigas, auxiliando na produtividade do milho.

Ocorre a redução significativa do diâmetro do colmo a medida que acontece o incremento da população, enquanto a altura de plantas e de inserção das espigas não foi significativamente afetada nas condições estudadas.

As diferentes densidades estudadas neste trabalho não afetam significativamente os componentes de rendimento da cultura, bem como o rendimento final.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Joseani M.. **Espaçamento reduzido no milho**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26329725/espacamento-reduzido-no-milho#:~:text=Espa%C3%A7amento%20e%20densidade,-O%20estabelecimento%20adequado&text=as%20previs%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas.,Uma%20pr%C3%A1tica%20comum%20no%20cultivo%20do%20milho%20tem%20sido%20o,a%2050cm%20na%20%C3%BAltima%20d%C3%A9cada..> Acesso em: 23 jun. 2021.
- ALMEIDA, Milton Luiz de et al. **Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento**. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/bbTDVCsMcVsqc64vhmchXnS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- ANTUNES, Joseani M.. **Melhor época para o milho no RS e SC. 2018**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/38316857/melhor-epoca-para-o-milho-no-rs-e-sc>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- BARROS, Ricardo. **Pragas do milho**. 2011. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/144/144/newarchive-144.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- BENTO, Dyeme Antonio Vieira. **Seleção massal para prolificidade em milho na época normal e na "safrinha"**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Mg, 2002. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/33859/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Sele%c3%a7%c3%a3o%20massal%20para%20prolificidade%20em%20milho%20na%20%20c3%a9poca%20normal%20e%20na%20%27safrinha%27.pdf. Acesso em: 03 jun. 2021.
- BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O milho e o clima**. 2014. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.
- BORELLA, J.; LESCHEWITZ, R.; TRAUTENMÜLLER, J. W.. **Arquitetura foliar em populações em milho de ciclos contrastantes**. 2019. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/782/417>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- BORGHI, Émerson; MELLO, Luiz Malcolm Mano de; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. **Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo**. 2004. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1840>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- BREVANT. **Guia De Milho 2020**. 2021. Disponível em: https://www.brevant.com.br/content/dam/dpagco/brevant/la/br/pt/products/files/2020_B_Guia_Milho_web.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.

- BRACHTVOGEL, Elizeu Luiz. **Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agronômicos**. 2008. vii,96 f. Dissertação (mestrado) - Unviversidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86346>>. Acesso em 21 fev. 2022.
- CASELA, Carlos Roberto; FERREIRA, Alexandre da Silva; PINTO, Nicésio Filadelfo J. de Almeida. **Doenças na Cultura do Milho**. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490415/1/Circ83.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- CONAB – Comanhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária – safra 2020/2021**. Brasília: CONAB, v. 8, 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/33072_3cf0779967929c9e85b6ca4d0f1c87df. Acesso em 16 jun. 2021
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 24 maio. 2021.
- CONTINI, Elisio et al. **Milho - caracterização e desafios tecnológicos**. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021
- CRUZ, José Carlos et al. **Manejo da Cultura do Milho**. 2006. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/protilp/artigos/Circ_87.pdf. Acesso em: 25 maio 2021.
- CRUZ, José Carlos et al. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, Df: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 338 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/921542>. Acesso em: 28 maio 2021.
- DARÓS, Romulo. **Cultura do milho: manual de recomendações técnicas**. 2015. Disponível em: http://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/Manual_de_recomenda%C3%A7%C3%B5es_t%C3%A9cnicas_cultura_do_milho.pdf. Acesso em: 29 maio 2021.
- DEMÉTRIO, Claudia Sousa et al. **Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais**. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/zxcdsS9MxRpBzNgzxfD9N4z/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- DIAS, Fagner Souto. **Influência do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o desempenho de híbridos de milho**. 2017. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Mg, 2017. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/11717/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 31 maio 2021.
- DOURADO NETO, Durval et al. **Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho**. 2003. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30526/1/Efeito-populacao.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

DURÃES, F. O. M. **Prolificidade?** 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/482806/1/Prolificidadehabilidade.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2021.

EMBRAPA. **Milho - Caracterização e desafios tecnológicos.** 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

EMYGDIO, Beatriz Marti; TEIXEIRA, Mauro César Celaro. **Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1015.** 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30870/1/Circular-72.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fao Stat.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 14 jun. 2021.

FARINELLI, Rogério; LEMOS, Leandro Borges. **Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo.** 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104381/1/Produtividade-eficiencia.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FERREIRA, João Paulo. **Características agrônômicas do milho sob diferentes arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado.** 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98792/ferreira_jp_me_ilha.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 fev. 2022.

FORSEED. **Catálogo de híbridos de milho 2021.** 2021. Disponível em: https://www.forseedsementes.com.br/wp-content/uploads/2020/12/Catalogo_Milho_2021-Web.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.

GALVÃO, João Carlos Cardoso; BORÉM, Auízio; PIMENTEL, Marco Aurélio. **Milho do plantio a colheita.** 2. ed. Viçosa, MG: Editora Ufv, 2017. 382 p.

GONÇALVES, Marcio Leandro. **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais.** 2008. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1342/1/Marcio_Goncalves_2008. Acesso em: 21 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático de produção agrícola.** 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>. Acesso em 16 jun. 2021.

KAPPES, Claudinei et al. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/QZPcbCDz6qtz4bL5dtKWFDy/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

LOPES, Sidinei José et al. **Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos**. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/8vcyzV8GjqZhR87xbRtcPTM/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 fev. 2022.

MAGALHÃES, Paulo Cesar. et al. **Indução de perfilamento em milho via estresse hídrico**. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25176/1/0401.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

MAGALHAES, Paulo Cesar; SOUZA, Thiago Corrêa de. **Cultivo do milho: ecofisiologia**. Ecofisiologia. 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8662. Acesso em: 21 jun. 2021.

MANTINE, Evanildo. **Arranjo de plantas e desempenho agrônômico de dois híbridos simples de milho**. 2008. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1178/1/000185794.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MARCHÃO, Robélio Leandro et al. **Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas**. 2005. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2256/2215>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MEDEIROS, Jaime Borges de; VIANA, Antônio Carlos. **Epoca, espaçamento e densidade de plantio para a cultura do milho**. 1980. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46749/1/Epoca-espacamento.pdf>. Acesso em: 31 maio 2021.

MIRANDA, Rubens Augusto de; LÍCIO, Antônio Martinho Arantes. **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil**. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118533/1/doc-168.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

MUNDSTOCK, Claudio M.; SILVA, Paulo Régis F. da. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2005. 51 p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/agronomia/plantas/destaques/livro_milho.php. Acesso em: 31 maio 2021.

OLIVEIRA, Raniel Candido de et al. **Características morfológicas e produtivas na cultura do milho**. 2019. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/ipeagronicjournal/article/download/4329/2597/6005>. Acesso em: 02 jun. 2021.

OLIVOTO, Tiago et al. **Caracteres morfológicos e rendimento de grãos de híbridos simples de milho em diferentes ambientes**. 2018. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/6689/pdf/47531>. Acesso em: 27 fev. 2022.

PALHARES, Marcos. **Distribuição e populações de plantas e produtividade de grãos de milho**. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-06012004-140506/publico/marcos.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2022.

PINHO, Renzo Garcia Von et al. **Avaliação agrônômica do cultivo de milho em diferentes níveis de investimento**. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/xQ8RKDM9GmbWxZjX3TWRJRB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 03 jun. 2021.

PIONEER. **Perfilhos: ajudam ou prejudicam na produtividade**. 2005. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/DownloadCenter/Perfilhos-Ajudam-Ou-Prejudicam-A-Produtividade.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

PIZAIA, Andrea. **Seleção para prolificidade em populações de milho**. 2000. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Sp, 2000. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-20191220-141010/publico/PizaiaAndrea.p>. Acesso em: 03 jun. 2021.

ROMANO, Marcelo Ribeiro. **Desempenho fisiológico da cultura do milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento**. 2005. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Sp, 2005. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08062005-161952/publico/marcelo.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

RIBEIRO, Bruna San Martin Rolim et al. **Ecofisiologia do milho visando altas produtividades**. Santa Maria, RS: Ufsm, 2020. 230 p.

RITCHIE, Steven W.; HANWAY, John J.; BENSON, Garren O.. **Como a planta de milho se desenvolve**. 2003. Disponível em: [https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/\\$File/Encarte103.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/$File/Encarte103.pdf). Acesso em: 24 fev. 2022.

SANDER, Gerson; COSTA, Antonio Carlos Torres da; DUARTE, Jose Barbosa Junior. **Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura no perfilhamento e produtividade de trigo**. 2011. Disponível em: https://www.cpa0.embrapa.br/aplicacoes/cd_trigo/trabalhos/ECO_FISIO_PRATCULT/Efeito%20de%20diferentes%20espa%C3%A7amentos%20e%20densidades%20de%20semeadura%20no%20perfilhamento.pdf. Acesso em: 26 maio 2021.

SANGOI, Luís et al. **A remoção dos perfilhos não aumenta o rendimento de grãos do milho, independentemente da época de semeadura**. 2012a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/5rtWRNdR9TC6KVdqDbPtfHq/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SANGOI, Luís et al. **Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas**. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/FyxSRf7KmCtkXf3zbM7PpbK/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SANGOI, Luís et al. **Disponibilidade de nitrogênio, sobrevivência e contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho.** 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/nfkBq7v3FgdQHZSgT3nJK5R/?lang=pt#>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SANGOI, Luís et al. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho.** 2019. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/956/1408>. Acesso em: 26 maio 2021.

SANGOI, Luís et al. **Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais.** 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/PHrwXhn4nF7qn4WjKTXrQ9m/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 mar. 2022.

SANGOI, Luís et al. **Perfilhamento como característica mitigadora dos prejuízos ocasionados ao milho pela desfolha do colmo principal.** 2012b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/4TXmWnqjkWKk9LBzHFzR5MC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 maio 2021.

SANGOI, Luís et al. **Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos de milho, em diferentes densidades.** 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104376/1/Perfilhamento-prolificidade.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2021.

SANGOI, Luís et al. **Rendimento de grãos de híbridos de milho em duas densidades de plantas com e sem a retirada dos perfilhos.** 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/TznrRwkcbyXNdy7J5CwYhn/?lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília, Df: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHMITT, Amauri. **Perfilhamento em milho: processo benéfico ou prejudicial do desenvolvimento da planta e ao rendimento de grãos?** 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2008. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1352/dissertacao_amauri_schmitt_15676837068419_1352.pdf. Acesso em: 26 maio 2021.

SCHWEITZER, Cleber et al. **O perfilhamento reduz a resposta do rendimento de grãos do milho ao arranjo de plantas.** 2007. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B4C19797B-5C07-48B9-919E-EE5F4F8331FB%7D_31_1.pdf. Acesso em: 25 maio 2021.

SILVA, Amilton Ferreira da et al. **Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional.** 2014. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/463>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SILVA, Tallyta Nayara. **Caracterização agrônômica e morfológica de populações de milho**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Sp, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110317/000794419.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01 jun. 2021.

SILVA, Wilson Jesus da et al. **Exigências climáticas do milho em Sistema Plantio Direto**. 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490276/1/Exigenciasclimaticas.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. [S. L.]: 2016. 375 p.

SOUZA, Gustavo Maia; BARBOSA, Alexandrius de Moraes. **Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante**. 2015. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricula/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo3.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

TEIXEIRA, M.C.C; MACHADO, J.R.A; RODRIGUES, O.. **Desempenho de variedades e híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas**. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152671/1/desempenho-variedades-.pdf>. Acesso em: 31 maio 2021.

UATE, Joaquim Vicente. **Época de semeadura do milho e distribuição espacial de plantas**. 2013. 61 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Mg, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1067/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%C3%89pocas%20de%20semeadura%20do%20milho%20e%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20espacial%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

VALICENTE, Fernando Hercos. **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125260/1/circ-208.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

VILELA, Rafael Gonçalves et al. **Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas**. 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11672/8229>. Acesso em: 27 fev. 2022.

WEISMANN, Martin. **Fases de desenvolvimento da cultura do milho**. 2008. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/fases-de-desenvolvimento-da-cultura-do-milho-1/5076481/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

WORDELL FILHO, João Américo et al. **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo**. 2016. Disponível em: https://circam.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/BT_PragasDoencasMilho.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

WREGGE, Marcos Silveira et al. **Atlas climático da região sul do Brasil**. 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143521/1/Atlas-climatico-da-regiao-Sul-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2021.

ZANIN, Claitson Gustavo. **Área foliar, senescência e uniformidade de desenvolvimento na adaptação ao adensamento de plantas de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes**. 2007. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1353/dissertacao_claitson_gustavo_zanin_15676839455396_1353.pdf. Acesso em: 01 mar. 2022.