

**DESEMPENHO PRODUTIVO DO MILHO HÍBRIDO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS ENTRE FILEIRAS**
PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HYBRID CORN AS A FUNCTION OF DIFFERENT ROW
SPACINGS

LUCAS ZAMBON FERREIRA¹ – lucaszambon1@outlook.com

ANDRÉ RIBEIRO DA COSTA² – andre.costa@umfg.edu.br

1. Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade UMFG.

2. Professor Orientador. André Ribeiro da Costa. Faculdade UMFG - Rod PR-082 KM 468 - Lote 45/46 - Gleba, R. Ribeira, Cianorte - PR, 87200-000.

Recebido em 29/01/2026 . Publicado 09/02/2026

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo do milho híbrido em função de diferentes espaçamentos entre fileiras. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2024/2025, em condições de segunda safra, na Fazenda Experimental da Faculdade UMFG, localizada no município de Cianorte, Paraná. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas de 9 m² (3 × 3 m), e três tratamentos de espaçamentos entre fileiras (0,45 m; 0,70 m; 0,90 m), constituídos por quatro repetições, totalizando 12 parcelas. Nos blocos foi semeado o milho híbrido precoce FS552PWU, com população de 57.000 plantas ha⁻¹. Três dos seis parâmetros avaliados sofreram influência do espaçamento entre fileiras, sendo eles: comprimento de espiga, peso de mil grãos e produtividade. Por outro lado, não houve interferência do espaçamento sobre a altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e número de fileiras por espiga. Observou-se interação significativa com a redução do espaçamento entre fileiras de 0,90 m para 0,70 m e 0,45 m, resultando em maior eficiência produtiva e maiores rendimentos. Com o aumento do espaçamento entre fileiras, a população ideal de plantas no tratamento de 0,90 m ficou abaixo do desejado, o que resultou em menor rendimento.

Palavras-Chave: Altura de plantas; Blocos; Comprimento de espiga; Desempenho; Espaçamento.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the productive performance of hybrid maize as a function of different row spacings. The experiment was conducted during the 2024/2025 agricultural season, under second-crop conditions, at the Experimental Farm of UMFG College, located in Cianorte, Paraná, Brazil. A randomized block design was used, with plots of 9 m² (3 × 3 m) and three row spacing treatments (0.45 m, 0.70 m and 0.90 m), with four replications, totaling 12 plots. The super-early hybrid FS552PWU maize was sown in the plots, with a population density of 57,000 plants ha⁻¹. Three of the six evaluated parameters were influenced by row spacing: ear length, thousand-grain weight, and grain yield. On the other hand, row spacing had no effect on plant height, first-ear insertion height, or the number of rows per ear. A significant interaction was observed with reduced spacing between rows from 0.90 m to 0.70 m and 0.45 m, resulting in greater productive efficiency and higher yields. When row spacing increased, the optimal plant population for the 0.90 m treatment remained below the desired level, leading to reduced yield performance.

Keywords: Plant height; Blocks; Ear length; Performance; Spacing.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos cereais mais cultivados no mundo, desempenhando papel essencial no abastecimento alimentar humano e na produção de rações animais devido ao seu elevado valor nutricional. Além disso, constitui matéria-prima relevante para diversas indústrias, incluindo a produção de biocombustíveis, óleos, amidos e espessantes.

Originário do México, o milho começou a ser domesticado há aproximadamente 10.000 anos, por meio da seleção de plantas com características agronomicamente desejáveis, como melhor enchimento de grãos, maior resistência a pragas e doenças, tolerância a condições climáticas adversas e porte reduzido, favorecendo seu cultivo e produtividade (Sousa *et al.*, 2019).

Trata-se de uma cultura de ampla adaptabilidade, sendo cultivada desde regiões de clima temperado, ao nível do mar, até áreas montanhosas com mais de 3.600 metros de altitude. Seu uso predominante está associado à alimentação humana e animal, em virtude de seu elevado valor nutricional. Diante de sua abrangência e importância econômica global, o milho é considerado a planta comercial mais relevante originada nas Américas (Santos, 2025).

No Brasil, avanços tecnológicos, híbridos com alto potencial genético, manejo nutricional adequado e ajustes no arranjo populacional das plantas têm contribuído significativamente para o aumento da produtividade. Entre os fatores que influenciam o desempenho da cultura, destaca-se o espaçamento entre fileiras, que afeta diretamente a competição por luz, água e nutrientes.

Entre os fatores que influenciam a produtividade, destaca-se o espaçamento entre fileiras. Plantas distribuídas de forma equidistante apresentam menor competição por luz, água e nutrientes, favorecendo o desempenho produtivo (Ferreira, Junior, 2018).

Atualmente, os sistemas de produção de milho vêm passando por mudanças em razão das tecnologias modernas presentes nos híbridos mais recentes. Entre essas inovações estão: redução da altura das plantas e da inserção da espiga, menor ocorrência de esterilidade, encurtamento do intervalo entre pendramento e espigamento, além de folhas com disposição mais ereta. Esses avanços têm contribuído para o aumento do potencial produtivo da cultura. Diante disso, se torna primordial reavaliar as sugestões de práticas de manejo para a cultura do milho como o arranjo de plantas (Rosa *et al.*, 2020).

A análise dos espaçamentos entre linhas de 45, 70 e 90 cm demonstrou que o arranjo espacial exerce influência variável sobre a produtividade do milho, sendo essa resposta fortemente condicionada pelas condições ambientais de cada safra. No estudo avaliado, observou-se que o espaçamento de 70 cm proporcionou o melhor desempenho produtivo no ano agrícola de

2000/2001, superando os espaçamentos reduzido de 45 cm e ampliado para 90 cm. Esse resultado indica que o arranjo intermediário favoreceu melhor equilíbrio entre interceptação luminosa, distribuição de plantas e redução da competição intraespecífica.

Entretanto, no ano agrícola de 2001/2002, sob condições climáticas mais favoráveis, não foram verificadas diferenças significativas entre os três espaçamentos testados, evidenciando que a produtividade do milho pode se manter estável em diferentes arranjos quando o ambiente oferece condições adequadas para o desenvolvimento da cultura.

De forma geral, os resultados permitem concluir que, embora o espaçamento ideal possa variar conforme o ambiente, o espaçamento de 70 cm se apresentou como a alternativa mais eficiente para maximizar a produtividade da cultura do milho nas condições avaliadas, destacando-se pelo melhor aproveitamento do espaço e pela maior estabilidade de performance (Resende, Pinho e Vasconcelos, 2003).

Entretanto, a redução do espaçamento deve ser estudada para evitar efeitos negativos, como maior competição intraespecífica e alteração das condições microclimáticas, podendo causar perdas de rendimento (Sousa *et al.*, 2019).

Diante da importância do tema, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo do milho híbrido em função de diferentes espaçamentos entre linhas, cultivado na segunda safra no município de Cianorte-PR.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância Econômica e Social da Cultura do Milho

Na atualidade, a cultura do milho é considerada mundialmente de grande importância, e isso se dá, devido sua composição química, sua versatilidade de uso, valor nutritivo e potencial produtivo. No Brasil, o milho é realçado como o produto com mais volume produzido e o segundo maior em produção entre os grãos. Perante a estes parâmetros, a cultura do milho apresenta grande notoriedade econômica devido a sua ascendência expressiva de crescimento assim como na sua produção e no consumo.

O milho mostra intensa utilização na alimentação animal e humana além de ser base como matéria prima para diversas aplicações industriais, incluindo a produção de biocombustível. Desta forma a cultura se inclui como uma das mais relevantes atividades do contexto agrícola brasileiro, com significativa importância nos âmbitos socioeconômicos (Souza, 2018).

O volume de milho produzido no país em 2015/2016, está dividido entre os estados de São

Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná, e Mato Grosso. Esses estados produtores, relevantes na produção de milho, apresentam uma produção estimada em 79,0 milhões de toneladas, deste montante 48,0 milhões correspondem a produção do milho de segunda safra (MAPA, 2015).

A projeção do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015) aponta para um acréscimo de 2,9% na área cultivada entre 2014/2015 e 2024/2025, saltando de 15,2 milhões de hectares em 2014/2015 para 15,6 milhões, com possibilidade de atingir 21,4 milhões de hectares em 2024/2025.

No Brasil, a produção de milho tem se identificado por repartir-se em duas etapas: a primeira safra, ou safra de verão, e a segunda safra, chamada de safrinha, voltada ao cultivo do milho de sequeiro (Souza, 2018). A perspectiva futura de produção de milho no país para 2024/2025 foi estimada em 126.9 milhões de toneladas (CONAB, 2025).

A projeção é de que as exportações superem a marca de 21,0 milhões de toneladas de 2015 para 35,1 milhões de toneladas em 2024/2025 (MAPA, 2015) com potencial para atingir a quantidade de 51,3 milhões de toneladas segundo (Souza, 2018).

Além disso, fatores como expansão de fronteiras agrícolas, adoção de cultivares mais produtivas e investimentos em logística têm contribuído significativamente para o fortalecimento da cadeia produtiva do milho no país.

2.2 Botânica, Características Morfológicas e Fenológicas do Milho

De acordo com sua classificação botânica, o milho (*Zea mays L.*) está inserido na ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. Trata-se de uma planta herbácea, anual, com ciclo biológico completo variando entre quatro e cinco meses, dependendo das condições edafoclimáticas e do material genético utilizado.

Além de tudo, o milho é caracterizado como uma espécie monóica, apresentando flores unissexuais dispostas separadamente na mesma planta: as flores femininas desenvolvem-se nas axilas foliares, formando as espigas, enquanto as flores masculinas localizam-se na extremidade superior do colmo, constituindo a inflorescência denominada panícula ou pendão (Silva *et al.* 2021).

A planta de milho (*Zea mays L.*) apresenta caule do tipo colmo, estruturalmente composto por nós e entrenós. Na porção superior do sistema caulinar, as folhas estão dispostas de forma alternada em lados opostos do caule, configurando uma organização helicoidal. O limbo foliar é, predominantemente, largo, alongado e de superfície lisa, inserindo-se ao caule em um ângulo aproximado de 90°, sustentado por uma nervura central robusta que confere rigidez à estrutura

foliar.

O sistema radicular do milho é característico das gramíneas, do tipo fasciculado também denominado “em cabeleira”, podendo atingir profundidade entre 1,5 e 3,0 metros. Contudo, a maior concentração das raízes ocorre nas camadas mais superficiais do solo, até aproximadamente 0,30 metros de profundidade, o que justifica sua baixa tolerância à deficiência hídrica. Além disso, a planta desenvolve raízes adventícias, comumente denominadas raízes escora, que contribuem para a sustentação do caule e auxiliam na absorção de sais minerais presentes em solução no solo (Rodrigues, 2022).

A duração do período vegetativo do milho varia de acordo com as condições climáticas, sendo que o florescimento ocorre, em média, entre 5 e 12 semanas após a semeadura, podendo, em casos excepcionais, estender-se por até 10 meses. Em regiões de clima temperado, caracterizadas por dias longos, o florescimento tende a ocorrer de forma mais tardia (Silva *et al.*, 2021).

[...] A fertilização do óvulo do milho dentro do ovário acontece de 12 a 36 horas após a polinização. O desenvolvimento do grão finaliza-se em média 60 dias após a fertilização, em que, ocorre um aumento de volume do ovário para o grão cerca de 400 vezes. O grão do milho é fruto de uma semente, típica das gramíneas. Dentro do grão se encontra o endosperma e o embrião. O endosperma é responsável por cerca de 85% da massa do grão, o embrião corresponde a cerca de 10% e o pericarpo com 5%. Grande parte do endosperma é principalmente constituído de amido, 86 a 89% de carboidrato. Além disso, nas células do endosperma, o amido está no formato de grânulos, composto por dois polissacarídeos de glucose (75% de amilopectina e 25% de amilose) (Silva *et al.*, 2021, p. 4).

Para a adoção de um manejo eficiente da irrigação, da nutrição mineral e das demais práticas culturais, torna-se imprescindível o conhecimento aprofundado das distintas fases de desenvolvimento da cultura do milho, considerando-se suas exigências específicas em cada etapa. Dessa forma, é essencial destacar os diferentes estádios fenológicos da planta, desde a sua emergência até a maturidade fisiológica, a fim de orientar decisões agronômicas mais precisas e sustentáveis (Magalhães *et al.*, 2006).

Embora as plantas de milho sigam um padrão geral de desenvolvimento, o intervalo de tempo entre os diferentes estádios fenológicos, bem como o número total de folhas emitidas, pode variar em função da cultivar utilizada, do ano agrícola, da época de semeadura e das condições edafoclimáticas do local de cultivo (Cruz *et al.*, 2008).

A forma de identificação empregada separa o desenvolvimento da planta. em vegetativo (V) e reprodutivo (R). As subpartições dos estádios vegetativos são denominadas V1 (1ª folha desenvolvida), V2 (2ª folha desenvolvida), V3 (3ª folha desenvolvida) até Vn; no qual (n) a folha que antecede o pendoamento corresponde à última folha emitida no estágio vegetativo, caracterizando o estágio VT (pendoamento). Os estádios vegetativos do milho iniciam-se em VE (emergência) e estendem-se até VT (pendoamento), que marca a transição para os estádios

reprodutivos (Magalhães, Durães, 2006).

Os estádios reprodutivos são caracterizados R1 (embonecamento), R2 (grão bolha d'água), R3 (grão leitoso), R4 (grão pastoso), R5 (formação de dente), R6 (maturidade fisiológica) (Silva *et al.* 2021).

2.3 Fatores Relacionados à Distribuição Espacial na Cultura do Milho

A produtividade da cultura do milho no Brasil tem apresentado crescimento constante, impulsionado, principalmente, pelo aprimoramento das técnicas de cultivo. Dentre essas técnicas, destaca-se a escolha do arranjo espacial de plantas como um dos fatores mais relevantes para a obtenção de altos rendimentos (Nascimento *et al.*, 2012).

A distribuição espacial de plantas constitui uma prática de manejo agrícola que busca estabelecer arranjos mais eficientes no campo, com o objetivo de otimizar o uso dos recursos ambientais e, assim, elevar a produtividade da cultura (Aquino, 2019).

De acordo com Palhares (2003), a produtividade de uma cultura de milho depende diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que se encontra, com ênfase para temperatura, luz, ventos e disponibilidade hídrica, o que determina a adaptação de diferentes genótipos para diferentes ambientes.

Tradicionalmente, a cultura do milho no Brasil era estabelecida com espaçamentos entre linhas variando de 0,80 a 0,90 metros, de modo a permitir o adequado funcionamento dos equipamentos convencionais utilizados na semeadura, nos tratos culturais e na colheita (Gontijo Neto *et al.*, 2015).

Segundo Lima, Alvarez, Contardi (2016) a redução do espaçamento entre linhas no cultivo do milho, de 80 cm para 40 cm, resultou em aumento no rendimento médio de grãos. Teste feitos comprovam que o cultivo em espaçamento de 0,45 m, embora tenha promovido redução na altura das plantas e na inserção da espiga, apresentou produtividade superior. De forma semelhante, observou-se que a diminuição do espaçamento de 0,90 m para 0,45 m aumentou o número de espigas por planta e elevou a produtividade de grãos, mesmo com a redução de características morfológicas como altura da planta e da inserção da espiga.

Resultados obtidos por Boiago *et al.*, (2017) também constataram que testes feitos em 5 variedades de milho híbrido obtiveram efeitos significativos na produtividade ao diminuir o espaçamento entre as fileiras de 80 cm para 45 cm. Já Pereira *et al.* (2018) obteve diferença significativa nas características de altura de inserção da 1ª espiga, altura da planta e matéria seca total testadas nos espaçamentos de 45cm e 90cm.

Para Almeida, Junior *et al.*, (2018) o mais eficiente arranjo é aquele que propicia distribuição uniforme de plantas por área, ou seja, equidistante entre plantas, permitindo melhor utilização de luz, água e nutrientes além de outros fatores que influenciam no desenvolvimento.

Diante do exposto, fica claro que o arranjo espacial das plantas exerce influência direta no desempenho da cultura do milho, permitindo melhor uso de luz, água e nutrientes. A distribuição adequada das plantas no campo contribui para um crescimento mais equilibrado e maior eficiência produtiva. Assim, o planejamento do espaçamento e da densidade torna-se fundamental para otimizar o rendimento e garantir melhores resultados no sistema de cultivo.

3 MATERIAS E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi realizado no ano agrícola 2025 na fazenda experimental Dom Augusto, localizada na rodovia PR-082, Km 468, lote 45/46, Gleba Ribeirão, no município de Cianorte – PR, nas coordenadas 23°34'58.2" latitude 52°38'32.7" longitude.

3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com parcelas de 9 m², compostas por 3 (três) tratamentos e 4 (quatro) repetições, totalizando 12 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram em três espaçamentos entre linhas: simples de 0,45 m, simples de 0,70 m e simples de 0,90 m. Todos os blocos foram conduzidos com população de 57.000 plantas por hectare. Cada parcela foi composta por 6 linhas e 8,76 sementes por linha para o tratamento de 0,45 m, 4 linhas e 13,71 sementes por linha para o tratamento de 0,70 m e 3 linhas e 17,64 sementes para o tratamento de 0,90 m.

Tabela 1. Descrição dos espaçamentos avaliados na cultura do milho, área experimental, Cianorte - PR, 2025.

Tratamento	Espaçamento	Linha
1	0,45 m	Simples
2	0,70 m	Simples
3	0,90 m	Simples

Fonte. Autor (2025).

3.3. Caracterização da cultivar

As sementes utilizadas foram do híbrido simples de ciclo precoce FS552PWU, que possui arquitetura semiereta, de alto investimento, excelente retorno para o alto investimento, tolerância a diversas doenças, recomendado para diversas regiões climáticas.

3.4. Implantação

A área utilizada para implantação do experimento estava em pousio e foi previamente preparada, de forma convencional através de gradagens e não foi necessário realizar a correção do solo e nenhum tipo de adubação de base. Os tratamentos foram implantados com um sulcador manual de bambu e perfurado respectivamente de acordo com os tratamentos. A semeadura foi realizada no dia 18/03/2025. As sementes já eram tratadas com o tratamento industrial da marca.

Após a abertura dos sulcos, as sementes foram distribuídas manualmente, garantindo uniformidade no estande inicial. O processo de fechamento dos sulcos ocorreu de forma manual, utilizando enxadas leves, assegurando o adequado recobrimento das sementes para favorecer a emergência.

3.5. Tratos Culturais

As práticas culturais foram realizadas de acordo com a necessidade durante a condução do experimento. Os desbastes das plantas excedentes foram realizados 18 dias após a emergência das plantas com intuito de ajustar a população nos tratamentos.

As adubações de cobertura foram realizadas nos estádios V6, aplicando-se a lanço, utilizando 200kg/alq de N em forma de ureia.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais.

Para o controle de lagartas foi realizado uma aplicação de Metomil no estádio V6, na concentração de 600mL/há.

Todos os testes acontecerão com a mesma população de 57.000 plantas ha⁻¹. As avaliações das características do desenvolvimento e da produção do milho irão ser efetuadas na área útil da parcela, desconsiderando as bordaduras.

A obtenção de dos dados foi realizada de forma manual no dia 18/08/2025 em 18 plantas das 2 fileiras centrais de cada parcela útil.

3.6. Caracterização do clima e Dados climáticos

O clima é classificado como Cfa (Clima subtropical, com verão quente (Climate Data, 2024). As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (Embrapa, 2024). Em Cianorte, a temperatura média anual é de 21.9°C. A média anual de pluviosidade é de 1727 mm de acordo com a Köppen e Geiger (Climate Data, 2024). Prevalece com o verão longo, quente, abafado e de céu parcialmente encoberto, o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens (Weather Spark, 2024).

De acordo com Plano de Arborização Urbana da Prefeitura Municipal de Cianorte (2020) as unidades pedológicas predominantes no município de Cianorte são Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico e o Argissolo Vermelho Distrófico, todos originados a partir da alteração do arenito da Formação Caiuá.

3.6.1. Avaliações de altura de planta, inserção de primeira espiga e a quantidade de espigas produzidas por planta

A altura média das plantas, a altura média da inserção da primeira espiga foi verificada mensurando-se através de uma trena a distância em centímetros da superfície do solo até a base da primeira espiga e até a folha bandeira e a quantidade de espigas foi mensurada de forma visual e manual.

3.6.2. Avaliações do comprimento de espiga e da quantidade de fileiras por espiga

O comprimento médio das espigas foi mensurado através de uma trena a distância em centímetros da base até o ápice da espiga. A quantidade média de fileiras foi determinada através da contagem manual das mesmas espigas.

3.6.3. Avaliações do peso de mil grãos e da produtividade

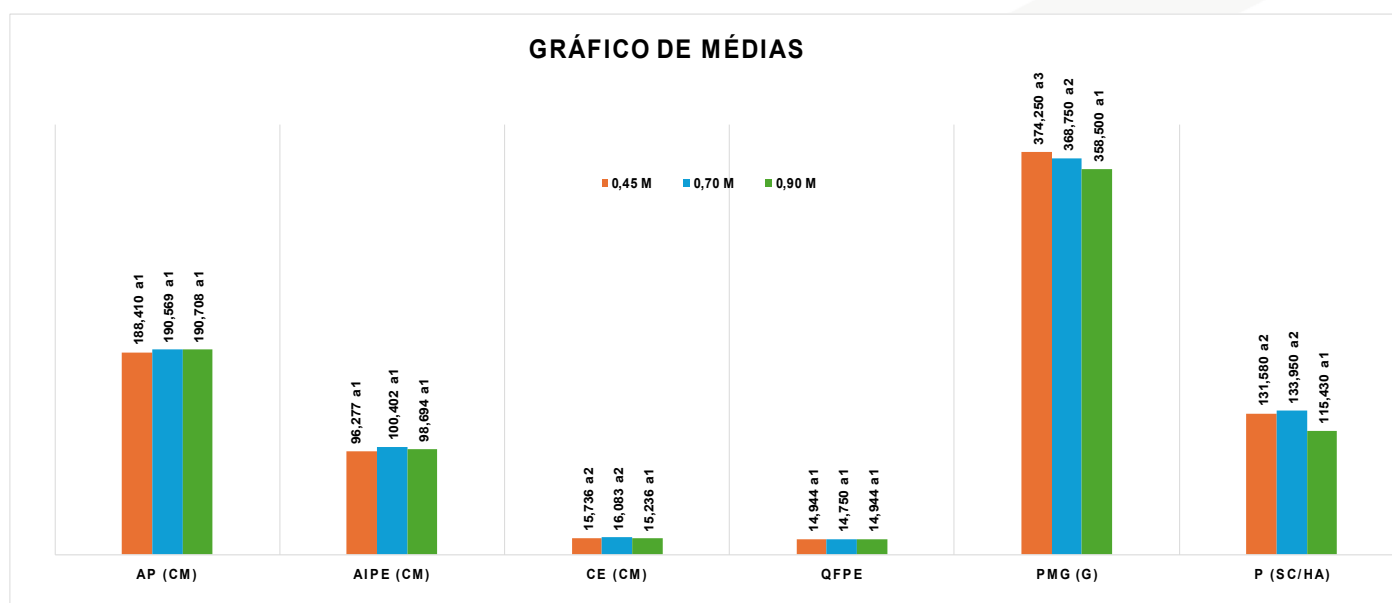
As avaliações do peso médio de mil grãos foram mensuradas através do uso de um medidor de umidade eletrônico da marca Gehaka modelo G650i corrigido para 13% de umidade, e de uma balança de precisão eletrônica da marca Ramuza modelo DCR CL 15KG. A produtividade média foi estimada através da multiplicação do número de plantas por hectare, pelo número médio de espigas por plantas e pelo peso médio de grãos de 10 espigas coletadas, no qual o resultado foi dividido pelo peso de 1 saco de 60kg. Desta forma obteve quantos sacos em média produziria por hectare sem descontos de impureza e outros demais que tiverem.

3.6.4. Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott Knott a 5% de variância, considerando o esquema de blocos casualizados com 3 tratamentos e 4 repetições. Todos as variáveis foram realizadas pelo programa Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Gráfico 1 – Gráfico de médias.



AP – Altura de planta.
AIPE - Altura da inserção da primeira espiga.
CE – Comprimento de espiga.

QFPE – Quantidade de fileiras por espiga.
PMG – Peso de mil grãos.
P – Produtividade.

Fonte. Autor (2025).

Para que a população de plantas no estande final permanecesse em 57.000 plantas por hectare, foi realizado o desbaste da cultura nos estádios iniciais após a emergência.

Os resultados do Gráfico 1 indicaram que o espaçamento entre linhas influencia diretamente o desenvolvimento e a produtividade do milho híbrido. Observou-se que arranjos mais adensados, especialmente com espaçamentos de 0,45 m e 0,70 m, proporcionaram melhor aproveitamento da área cultivada, resultando em maior peso de grãos e produtividade.

Apesar de características como altura de planta, altura de inserção da espiga e número de fileiras por espiga não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos, o desempenho produtivo foi favorecido em arranjos nos quais as plantas estavam melhor distribuídas no espaço. Em contraste, o espaçamento mais amplo, de 0,90 m, apresentou menor eficiência, possivelmente devido à menor interceptação de luz e à maior competição intraespecífica por recursos, culminando em menor rendimento agrícola.

Dessa forma, observa-se que o arranjo espacial das plantas exerce papel determinante na maximização da produtividade, mesmo quando características morfológicas, como altura de planta e altura de inserção da espiga, não apresentam diferenças significativas. O espaçamento adequado permite melhor distribuição da luz, nutrientes e água entre as plantas, favorecendo o desenvolvimento do milho e o enchimento de grãos, refletindo no aumento da produtividade final.

4.1. Características Agronômicas

Os valores médios obtidos para as características agronômicas das plantas de milho estão apresentados na Tabela 2. As variáveis avaliadas incluem altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, quantidade de espigas, comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, peso de mil grãos e produtividade, permitindo analisar o desenvolvimento vegetativo e produtivo do milho híbrido em função dos diferentes espaçamentos entre linhas.

Tabela 2. Valores médios obtidos através do método de Scott-Knott, onde (AP) corresponde à altura de plantas, (AIPE) altura de inserção da primeira espiga, (QEP) quantidade de espigas, (CE) comprimento de espiga, (QFPE) quantidade de fileiras por espiga, (PMG) peso de mil grãos e (P)

produtividade.

Tratamentos	Espaçamentos	AP (cm)	AIPE (cm)	CE (cm)	QFPE	PMG (g)	P (Sc/ha)
1	0,45 m	188,416 a1	96,277 a1	15,736 a2	14,944 a1	374,250 a3	131,58 a2
2	0,70 m	190,569 a1	100,402 a1	16,083 a2	14,750 a1	368,750 a2	133,95 a2
3	0,90 m	190,708 a1	98,694 a1	15,236 a1	14,944 a1	358,500 a1	115,43 a1

Fonte. Autor (2025).

Tabela 3. Tabela P-Valores das variáveis e CV.

Variáveis	P Valor $\geq 0,05$ (%)	P Valor $\leq 0,05$ (%)	CV (%)
Altura de planta	0.4502		6.41
Altura de inserção da primeira espiga	0.0828		11.25
Quantidade de fileiras por espiga	0.5587		8.38
Comprimento de espiga		0.0129	10.93
Peso de mil grãos		0.0000	4.22
Produtividade		0.0000	0.00

Fonte. Autor (2025).

Conforme a Tabela 2 e a Tabela 3, não houve diferenças estatísticas ($p \geq 0,05$) nas variáveis de altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e quantidade de fileiras por espiga nos tratamentos. No entanto para as variáveis de comprimento de espiga, peso de mil grãos, e a produtividade obtiveram diferenças relativamente significativas ($p \leq 0,05$). Demétrio *et al.*, (2008), obteve resultados parecidos em relação à altura de planta e da inserção da primeira espiga. Lima, Alvarez, Contardi (2016), também não observou diferença significativa para as variáveis altura de planta e inserção da primeira espiga. Entretanto Pereira *et al.*, (2018) verificaram que em espaçamentos mais abertos, o milho tem como característica apresentar maior altura de planta, consequentemente maior altura de inserção da primeira espiga. Esses resultados podem ser justificados pelo fato de o experimento ter sido executado no final da janela de plantio, com um híbrido precoce e com uma população baixa. Para Argenta *et al.*, (2001), híbridos mais precoces (ciclo mais curto) requerem maior densidade de plantas em relação aos de ciclo normal para atingir seu potencial de rendimento.

De acordo com Aquino *et al.*, (2019), as características morfológicas relacionadas à altura de planta e a altura de inserção de primeira espiga, sofrem maior influência da densidade de plantas e

menor influência do espaçamento, o que justifica os resultados encontrados, uma vez que não se teve alteração na população de plantas do experimento.

Fumagalli *et al.*, (2017), observou efeito significativo dos espaçamentos entre fileiras para as características de comprimento de espiga, peso de mil grãos e a produtividade de grãos do milho. Em contradição Freitas *et al.*, (2019), diz que as características produtivas, número de fileiras de grãos, comprimento da espiga, massa de mil grãos e a produtividade não foram induzidas em função do espaçamento entre linhas.

De acordo com Lana *et al.*, (2009), a redução do espaçamento entre linhas pode contribuir para o aumento da massa de grãos, uma vez que as plantas passam a aproveitar de forma mais eficiente os recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes. Essa configuração faz com que o dossel se feche mais rapidamente, reduzindo a incidência de plantas daninhas e favorecendo um melhor enchimento dos grãos.

De maneira semelhante, Boiago *et al.* (2017) observaram que tanto o espaçamento entre linhas quanto a densidade populacional influenciam significativamente a produtividade do milho. Segundo os autores, arranjos espaciais mais equilibrados favorecem a interceptação da luz e o aproveitamento dos recursos do solo, resultando em maior rendimento de grãos.

No presente estudo, os resultados seguem essa mesma tendência. Conforme mostra a Tabela 2, o espaçamento de 0,70 m apresentou a maior produtividade em relação aos de 0,45 m e 0,90 m. Esse desempenho pode estar associado ao fato de que o espaçamento intermediário proporciona um equilíbrio adequado entre a interceptação de luz e a competição entre plantas, criando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das espigas e ao ganho de peso dos grãos.

De forma geral, os resultados indicam que o espaçamento de 0,70 m foi o que melhor expressou o potencial produtivo do híbrido utilizado com um acréscimo de 15% em relação ao tratamento de 0,90 m, mostrando-se mais eficiente para as condições de solo, clima e manejo adotadas no experimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste estudo, verificou-se que o espaçamento entre linhas exerce influência significativa no desenvolvimento e na produtividade do milho híbrido. De forma geral, os resultados demonstraram que arranjos mais adensados, especialmente com espaçamentos de 0,45 m e 0,70 m, proporcionaram melhor aproveitamento da área cultivada, resultando em maior peso de grãos e maior produtividade.

Apesar de características como altura de planta, altura de inserção da espiga e número de

fileiras por espiga não apresentarem diferenças expressivas entre os tratamentos, observou-se que o desempenho produtivo foi favorecido em arranjos nos quais as plantas estiveram melhor distribuídas no espaço. Em contraste, o espaçamento mais amplo, de 0,90 m, apresentou menor eficiência, possivelmente devido à menor interceptação de luz e maior competição intraespecífica por recursos, culminando em menor rendimento agrícola.

Dessa forma, conclui-se que o híbrido FS552PWU apresentou melhor desempenho produtivo quando cultivado em espaçamentos mais reduzidos, nas condições edafoclimáticas avaliadas. Tais resultados reforçam a importância do adequado planejamento do arranjo espacial no cultivo do milho, destacando que a adoção de espaçamentos menores pode favorecer a eficiência produtiva.

Recomenda-se, portanto, que produtores que cultivam milho em condições semelhantes considerem o uso de espaçamentos reduzidos entre linhas, a fim de otimizar o aproveitamento do potencial produtivo da cultura. Ademais, sugere-se a realização de novos estudos avaliando diferentes densidades de plantas e híbridos, ao longo de distintas condições ambientais, para ampliar a compreensão sobre a interação entre espaçamento e desempenho agrônômico do milho.

Assim, reforça-se que decisões baseadas em evidências agrônômicas são fundamentais para maximizar a eficiência e a sustentabilidade no cultivo do milho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, perseverança e fé, fundamentais para a superação dos desafios e incertezas encontrados durante esta jornada.

Aos meus familiares, pelo constante apoio, incentivo, compreensão e motivação durante todo o curso.

Aos professores Dra. Mirian Cristina Maretti, Dr. André Ribeiro da Costa e Dr. Rogério Lavanholi, pelo apoio e companheirismo, pelos sábios conselhos, pela orientação e pela oportunidade que tornaram possível a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, Gilberti *et al.* Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, jan. 2001. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/HQcwWxsKCKZvNhx5nRsYP7z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 out. 2025.

ALMEIDA JÚNIOR, Joaquim Julio *et al.* Características agronômicas e produtividade na cultura do milho plantado com diferentes populações na região de Mineiros, Estado de Goiás. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 475–483, out. 2018. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2881/2700>. Acesso em: 10 jun. 2025.

AQUINO, Ligiane de Oliveira. **Características agronômicas e produtividade de milho em diferentes espaçamentos e distribuições espaciais**. 2019. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2019. Disponível em: <https://repositorio.uenp.edu.br/items/c62eddb3-8889-454b-bf60-d3a2ce457c3c>. Acesso em: 10 jun. 2025.

BOIAGO, Rafael Gustavo Floriani Sossai Rodrigues *et al.* Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 16, n. 3, p. 440-448, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p440-448>. Acesso em: 12 nov. 2025.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Safra de grãos está estimada em 332,9 milhões de toneladas influenciada por boa produção de soja, milho e arroz**. Brasília: CONAB, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/safra-de-graos-esta-estimada-em-332-9-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-boja-producao-de-soja-milho-e-arroz>. Acesso em: 9 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25 – Projeções de longo prazo**. 6. ed. Brasília: Assessoria de Gestão Estratégica, 2015. 308 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-brasil-2014-2015-a-2024-2025.pdf/view>. Acesso em: 9 jun. 2025.

CIANORTE. Prefeitura Municipal de. **Plano Municipal de Arborização Urbana**. Cianorte: Prefeitura Municipal de Cianorte, 2020. Disponível em: <https://cianorte.pr.gov.br/uploads/arquivo/PLANO-MUNICIPAL-DE-ARBORIZACAO-URBANA-CIANORTEVersao-Final2.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2025.

CNA. **Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro, com importância estratégica nas exportações do agronegócio**. 2023. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/milho-%C3%A9-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-import%C3%A2ncia-estrat%C3%A9gica-nas-exporta%C3%A7%C3%B5es-do-agroneg%C3%B3cio>. Acesso em: 11 mar. 2025.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Cianorte**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/cianorte-43505/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

CRUZ, José Carlo *et al.* (Orgs.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 517. ISBN 978-85-85802-13-4. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/491689/a-cultura-do-milho>. Acesso em: 9 jun. 2025.

DEMÉTRIO, Cecília Silva *et al.* Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/zxcdsS9MxRpBzNgzxfD9N4z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2025.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Clima**. In: EMBRAPA FLORESTAS. [Brasília, DF]: Embrapa, [20--?]. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em: 01 dez. 2025.

FERREIRA, Eudilênio Carlos; SILVA JUNIOR, Ciro Luiz da. **Avaliação de componentes de milho em diferentes espaçamentos**. Monte Carmelo: Fundação Carmelitana Mário Palmério – FUCAMP, 2018. Disponível em: <http://repositorio.fucamp.com.br/bitstream/FUCAMP/301/1/Avaliacaocomponentesmilho.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2025.

FREITAS, Ariany Rodrigues de *et al.* Desempenho agrônômico do milho cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e espaçamentos entre linhas de planta. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 12, n. 1, p. 98-110, jun. 2019. ISSN 1981-4089. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/9317>. Acesso em: 28 out. 2025.

FUMAGALLI, Maurício *et al.* Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 16, n. 3, p. 426-439, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p426-439>. Acesso em: 31 out. 2025.

GONTIJO NETO, Miguel Marques *et al.* **Espaçamento entre linhas e densidades de semeadura de milho em condições de safrinha**. In: Simpósio Nacional sobre Manejo do Solo, 2015, Rio Verde – GO. Anais [...]. Rio Verde: COMIGO, 2015. p. 377–382. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1030661/1/Espacamentolinhas.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2025.

LANA, Márcia Cristina *et al.* Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 433-438, 2009. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/788>. Acesso em: 6 jun. 2025.

LIMA, Sebastião Ferreira de; ALVAREZ, Rita de Cássia Félix; CONTARDI, Lucymra Merquides. **Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho**. *Revista Ambiente*, Guarapuava, v. 12, n. 4, p. 1027–1039, set./dez. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311916833>. Acesso em: 6 jun. 2025.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico Ozanam Machado. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica, n. 76). ISSN 1679-1150. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

NASCIMENTO, Edgar Silda do *et al.* Resposta de híbridos de milho a diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 131–140, out. 2012. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Antonio-Silva-Junior/publication/273986076>. Acesso em: 10 jun. 2025.

PALHARES, Marcos. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-06012004-140506/publico/marcos.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

PEREIRA, Valberto Rômulo Feitosa *et al.* Desempenho agrônômico da cultura do milho sob diferentes arranjos espaciais no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza**, v. 12, n. 5, p. 2976–2983, 2018. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/desempenho-agronomico-da-cultura-do-milho-sob-diferentes-30kx4d2ng.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2025.

RESENDE, Sérgio Geraldo de; PINHO, Renzo Garcia Von; VASCONCELOS, Ramon Corrêa de. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 34-42, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p34-42>. Acesso em: 01 dez. 2025.

ROSA, Cassiano Peixoto *et al.* Influência do espaçamento de semeadura do milho na produtividade de silagem e grãos no Rio Grande do Sul. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 9, n. 4, p. 33-42, 2020. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/25317?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 01 dez. 2025.

RODRIGUES, Rubens Piske. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho: uma revisão bibliográfica**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2271/Rodrigues%2C%20Rubens%20Piske.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SANTOS, Shayder Lima dos. **Relatório de estágio: desenvolvimento de produtos na cultura do milho**. 2025. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/5401/1/TCC%20%20Shayder%20Lima%20dos%20Santos.%20.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2025.

SILVA, Davi Francisco da *et al.* Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e12310313172, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13172>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SOUSA, Gilberto Dias *et al.* **Influência do espaçamento entre plantas no desenvolvimento do milho**. In: SIMPÓSIO DE TCC DAS FACULDADES FINOM E TECSOMA, 1., 2019, Paracatu. Anais [...]. Paracatu: Faculdades FINOM e Tecsoma, 2019. p. 113–120. Disponível em: <https://finom.edu.br/assets/uploads/cursos/tcc/202103041003193.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

SOUZA, Tamires Teles de. **Simulação de cenários agrícolas futuros para a cultura do milho no Brasil com base em projeções de mudanças climáticas**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-17072018-134305/publico/Tamires_Teles_de_Souza_versao_revisada.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

WEATHER SPARK. **Clima característico em Cianorte, Paraná, Brasil durante o ano.** Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29643/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Cianorte-Paran%C3%A1-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 7 jun. 2025.