

Diferentes espaçamentos e densidade de plantas na cultura do milho

Marcos Aurélio Salina da Cunha, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil, marcos.salina@grupointegrado.br

Pedro Henrique Zangerolli, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil, pedro.zangerolli@grupointegrado.br

Antônio Krenski, Centro Universitário Integrado, Brasil, antonio.krenski@grupointegrado.br

RESUMO: Dentre os principais fatores que afetam a produtividade, destacam-se a densidade de semeadura e o espaçamento entre plantas, pois influencia na absorção de nutrientes, água e luz solar. O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho da cultura do milho em função do espaçamento e densidade de plantas. O experimento foi conduzido em área de cultivo no município de Luiziana-PR. Foi adotado o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, com dois fatores: Sendo dois espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,90 m) e duas populações (60 e 65 mil plantas ha⁻¹). Foi utilizada uma variedade de polinização aberta, onde foi necessário realizar três aplicações para controle de pragas, doenças e ervas daninhas. Os resultados indicaram que o espaçamento de 0,45 m associado à densidade de 65 mil plantas ha⁻¹ favoreceu características como diâmetro de colmo e diâmetro de espiga. A redução no espaçamento e o aumento da densidade populacional são direcionados para a eficiência no uso de recursos e maior produtividade da cultura do milho.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Produtividade. Manejo. *Zea mays*.

Different spacing and plant density in corn culture (*Zea mays*)

ABSTRACT: Among the main factors affecting productivity are sowing density and plant spacing, as they influence the absorption of nutrients, water and sunlight. The aim of this study was to analyze the performance of the maize crop as a function of spacing and plant density. The experiment was conducted in a cultivated area in the municipality of Luiziana-PR. The experimental design was entirely randomized blocks, with four replications, with two factors: two row spacings (0,45 m and 0,90 m) and two populations (60,000 and 65,000 plants ha⁻¹). An open-pollinated variety was used, which required three applications to control pests, diseases and weeds. The results indicated that the 0,45 m spacing associated with the density of 65,000 plants ha⁻¹ favored characteristics such as stalk diameter and ear diameter. Reducing the spacing and increasing the population density is aimed at efficient use of resources and higher productivity for the corn crop.

Keywords: Development. Productivity management, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) é uma das mais importantes espécies cultivadas no mundo, com grande relevância para a alimentação humana e a produção animal. É constante a busca pelo aumento da produção de grãos para atender à crescente demanda mundial (Boiago et al., 2017; Brown et al., 2019).

Entre os principais fatores que afetam a produtividade, destacam-se a densidade de semeadura e o espaçamento entre plantas, pois influencia na absorção de nutrientes, água e luz solar. O espaçamento entre plantas também desempenha papel crucial, pois define a competição intraespecífica e o desenvolvimento da cultura. Espaçamentos menores facilitam o sombreamento por parte foliar

reduzindo a infestação de plantas daninhas favorecendo a eficiência da cultura em captar recursos (Silva et al., 2014).

Nos últimos anos, cultivares transgênicas com resistência a pragas e doenças têm sido amplamente utilizadas, especialmente em condições de alta densidade de plantio, permitindo um melhor desempenho sem comprometer a produtividade (Smith & Johnson, 2017). Esses cultivares também podem reduzir a necessidade de defensivos agrícolas, contribuindo para a redução dos custos de produção.

A fertilidade do solo é um fator determinante para o desempenho da cultura do milho, especialmente em diferentes espaçamentos de plantio. Em contrapartida, solos com baixa fertilidade podem limitar a produtividade, especialmente em sistemas de plantio com densidade populacional elevada, devido ao aumento da competição por nutrientes. O manejo adequado da adubação, especialmente do nitrogênio, é essencial para equilibrar as necessidades nutricionais da cultura e evitar perdas no rendimento (Queiroz et al., 2012; Resende et al., 2010).

Do ponto de vista econômico, o ajuste do espaçamento entre linhas pode impactar os custos e a rentabilidade da produção. Espaçamentos mais estreitos, como de 0,45 m, aumentam a densidade populacional e a produtividade, exigindo um balanço com os custos adicionais de insumos. Por outro lado, espaçamentos mais largos como de 0,90 m podem diminuir a competição entre plantas, mas correm o risco de reduzir a produtividade por área cultivada (Resende et al., 2010).

O objetivo do presente trabalho foi analisar os componentes do rendimento da cultura do milho, considerando variações no espaçamento e na densidade de semeadura.

MÉTODO

O experimento foi realizado no município de Luiziana - PR, região oeste do estado do Paraná ($24^{\circ}19'26.3"S$ $52^{\circ}19'14.0"W$), com 752 metros de altitude do nível do mar onde a semeadura foi realizada na fazenda Colina Verde com solo LATOSOLO vermelho, clima subtropical úmido mesotérmico, utilizando diferentes combinações de densidade e espaçamento para identificar a disposição mais eficaz e produtiva. No verão, as temperaturas são elevadas, variando de 25°C a 30°C , com chuvas intensas e trovoadas. No outono, as temperaturas começam a cair gradualmente e as precipitações diminuem. O inverno é moderado, com mínimas próximas ou abaixo de 0°C (INMET, 2024). Na primavera, as temperaturas aumentam gradualmente e há um aumento na precipitação.

Foi utilizada uma variedade de polinização aberta. A área total utilizada para a semeadura da cultura do milho foi de 1260 m^2 , onde foram realizadas quatro repetições, sendo duas densidades (60.000 , 65.000 mil plantas ha^{-1}) com dois espaçamentos ($0,45\text{ m}$ e $0,90\text{ m}$). Foi avaliado qual densidade é mais rentável ao produtor e também seu comprimento e volume.

Foi realizada a semeadura no dia 06/03/2024 utilizando uma semeadora à vácuo, com adubação de $206,6\text{ kg ha}^{-1}$ do NPK 10-14-14, totalizando quatro campos de 1260 m^2 .

Para a realização da primeira aplicação no dia 08/04/24 foram usados os produtos vector (*Beauveria bassiana* 2,2 L ha⁻¹) e brilhante (METOMIL 1 L ha⁻¹), com o auto propelido da KS stalker 2300, com capacidade de calda de 2350 L, fazendo aplicação com baixa vazão de 83 L ha⁻¹, para o controle da cigarrinha (*Dalbulus maidis*) e lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Na segunda aplicação, feita 18/04/24, foi realizada com intuito de eliminar a soja tiguera, novamente a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e a cigarrinha (*Dalbulus maidis*). Com os agroquímicos, brilhante (METOMIL 1 L ha⁻¹), dimilin (DIFLUBENZURON 0,1 kg ha⁻¹), vector ((*Beauveria bassiana* 2,2 L ha⁻¹) e atrazina 500 sc (ATRAZINA 5 L ha⁻¹).

A terceira aplicação foi realizada no dia 27/04/24, sendo utilizado inseticida Match® (LUFENURON 0,3 L ha⁻¹). Também foi observado o início de inóculo de doenças como mancha de diplodia (*Stenocarpella macrospora*), o fungicida Abacus® (PIRACLOSTROBINA, EPOXICONAZOL 0,38 L ha⁻¹) foi utilizado.

No dia 27/07/24 foi realizada uma visita para coleta de dados. Primeiramente foi feita a contagem de plantas por hectare de cada parcela, em seguida a contagem de espiga por planta, para realizar a média, foi coletado uma espiga a cada 50 metros totalizando 8 plantas avaliadas por parcela.

Após a coleta das espigas, foram coletados os resultados de fileiras por espiga e grão por fileira, para a massa de mil grãos (mmg) de acordo com as regras de análise de sementes (Brasil, 2009).

Atendido os pressupostos necessários, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para os efeitos significativos ($P < 0,05$) foram comparados pelo teste Tukey. Utilizou-se o software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015) para a análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados o diâmetro do colmo e da espiga, mostrou-se similar entre os diferentes espaçamentos, com um leve aumento de valores para o espaçamento de 0,45m. Essa diferença pode indicar um impacto positivo no desenvolvimento do colmo, proporcionando uma planta mais robusta. No que se refere a Massa de mil grãos (MMG), observou-se que o espaçamento de 0,45 m resultou em um MMG maior, com 163,43 g, já o espaçamento de 0,90 m resultou em um MMG de 155,31 g (Tabela 1).

Tabela 1 – População (mil plantas ha⁻¹) (POP) e Espaçamento (m) (ESP). Valores médios para altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga AIPE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro da espiga (DE), massa de mil grãos (MMG), fileiras por espiga (FE), grãos por fileira (GF) e produtividade (PROD). Luiziana-PR, 2024.

Populaçã o(mil plantas ha ⁻¹)	Espaça mento (m)	Alt. de plan tas (m)	Alt.1 ^a espi g a(m)	Diâme tro colmo (cm)	Diâm etro espi g a (cm)	MM G (g)	File ira/ esp iga	Grã os/ filei ra	Produtivi dade (kg ha ⁻¹)
60	0,45	2,10 a	1,50 a	2,03 a	4,82 a	163 ,43 a	14, 87 a	31, 25 a	10241,25 a
	0,90	2,05 a	1,46 a	2,01 a	4,81 a	155 ,31 a	14, 62 a	29, 87 a	9678,77 a
65	0,45	2,09 a	1,49 a	2,08 a	4,99 a	159 ,77 a	15, 00 a	30, 87 a	10335,00 a
	0,90	2,06 a	1,47 a	1,96 b	4,64 b	159 ,00 a	14, 50 a	30, 25 a	9585,00 a
C.V (%)	-	4,93	8,83	5,82	9,21	20, 93	10, 48	14, 97	21,31
D.M.S (5%)	-	0,07	0,09	0,08	0,32	24, 16	1,1 2	3,3 1	1537,43

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de fileiras por espiga e grãos por fileira, o espaçamento de 0,45m não teve diferença significativa em relação ao espaçamento de 0,90m, isso sugere que a proximidade das plantas não influenciou em um desenvolvimento mais eficiente das espigas.

Quanto à produtividade (kg ha⁻¹) o espaçamento de 0,45m não apresentou diferença significativa em relação ao espaçamento de 0,90m, isso propõe que o espaçamento não influenciou na produtividade.

Ao analisar os dados (Tabela 2) por população, verificou-se que a população mais densa com 65 mil plantas ha⁻¹, apresentou plantas um pouco mais altas em comparação a população de 60 mil plantas ha⁻¹, essa diferença não foi significativa mas expressa que a densidade populacional tem efeito sobre a altura das plantas.

Em relação ao diâmetro do colmo e da espiga, a população de 65 mil plantas ha⁻¹ resultou em um diâmetro superior (2,08 cm) em relação a população de 60 mil plantas ha⁻¹. Esse resultado sugere uma maior resistência ao tombamento na população mais densa. O diâmetro da espiga também foi superior na população de 65 mil plantas ha⁻¹, o que favoreceu o rendimento final.

No que diz respeito à Massa de mil grãos (MMG), as duas populações apresentaram médias de grãos semelhantes.

Em relação à produtividade (kg ha⁻¹), não houveram diferenças significativas entre as médias. A população de 65 mil plantas ha⁻¹ apresentou um rendimento de 10.335 kg ha⁻¹ em comparação a população de 60 mil plantas ha⁻¹ 9.585 kg ha⁻¹ isso sugere que a densidade maior pode ser benéfica para aumento do rendimento, possivelmente devido ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houveram diferenças a nível de significância para as variáveis diâmetro do colmo (DC), diâmetro da espiga (DE). As demais variáveis analisadas não apresentaram diferenças significantes.

A pesquisa revelou que o espaçamento de 0,45 m e uma densidade de 65 mil plantas por hectare foi o mais eficiente para maximizar os componentes de rendimento do milho, no entanto, a gestão correta dos recursos é fundamental para assegurar a lucratividade.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao agricultor Laércio Zangerolli por disponibilizar a área e seu tempo para a realização de nossa pesquisa. Também agradecemos a empresa Campo Forte que esteve sempre à disposição para quaisquer dúvidas e posicionamento sobre recomendações.

REFERÊNCIAS:

- (1) Boiago, R., et al. (2017). Combinação de espaçamento entre linhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 16(3), 440-448. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p440-448>
- (2) BRASIL. Mínimo Regras para análise de sementes. Brasília, DF,https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf.
- (3) Brown, A., et al. (2019). Effects of plant population density on maize yield and resource use efficiency in a semi-arid environment. Field Crops Research, 234, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.01.005>
- (4) EMBRAPA. (2024). Artigo Dia Nacional do Milho - A importância do milho para o agronegócio brasileiro. Embrapa. Retrieved December 3, 2024, from <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/89583335/artigo-dia-nacional-do-milho---a-importancia-do-milho-para-o-agronegocio-brasileiro>
- (5) García, M., et al. (2021). Influence of plant density on yield and yield components of maize hybrids. Agronomy Journal, 113(1), 75-85. <https://doi.org/10.1002/agj2.20468>
- (6) Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (2024). Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP). Dados históricos de Luiziana, Paraná. Retrieved April 6, 2024, from <https://bdmep.inmet.gov.br/>
- (7) Queiroz, A. M. D., Souza, C. H. E. D., Machado, V. J., Lana, R. M. Q., Korndorfer, G. H., & Silva, A. D. A. (2012). Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays L.*). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 10(3), 257-266. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n3p257-266>

- (8) Resende, S. G. D., Von Pinho, R. G., & Vasconcelos, R. C. D. (2010). Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(3), 10-18. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n03p10-18>
- (9) Silva, A. F., et al. (2013). Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(2), 162-173. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p162-173>
- (10) Silva, J., et al. (2020). Impact of plant population density on maize yield: A meta-analysis. *Agronomy Journal*, 112(3), 1701-1709. <https://doi.org/10.1002/agj2.20031>
- (11) Smith, B., & Johnson, D. (2017). Spacing and population effects on corn in continuous no-tillage. *Crop Science*, 57(2), 654-661. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0742>
- (12) Santos Filho, A. M. dos. (2022). Desempenho e valor nutricional de genótipos de milho em alta densidade de plantio (Unpublished undergraduate thesis). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Brasil.
- (13) Suttor Betti, C., Ganascini, D., Wunsch, C. A., Renosto, L., Furlan Maggi, M., & Gurgacz, F. (2017). Produtividade do milho (*Zea mays L.*) com diferentes arranjos populacionais em linhas simples e duplas. *Acta Iguazu*, 6(3), 44-51. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i3.17706>