

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

Cultivo de milho pipoca em distintos espaçamento entre linhas

Cultivation of popcorn corn in different row spacing

Milena Santos de Oliveira¹ , Joyce Karine Chornobay², Fernanda Santos de Lima²,
Lucas Pereira Scheidt Feltz^{1*} , André Luiz Oliveira de Francisco² , Tereza Cristina de Carvalho²

¹Unicesumar, Ponta Grossa PR, Brasil.

²Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR, Brasil.

*Autor para correspondência: lucasscheidtfeltz@gmail.com

Como citar: OLIVEIRA, M.S.; CHORNOBAY, J.K.; LIMA, F.S.; FELTZ, P.S.; FRANCISCO, A.L.O.; CARVALHO, T.C. 2025. Cultivo de milho pipoca em distintos espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, vol. 15, e15301. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.15298>

RESUMO

No cultivo do milho pipoca adotam-se muitos tratos culturais usados na cultura do milho comum. Não existem muitos critérios de cultivo estabelecidos especificamente para seu cultivo. Assim, objetivou-se avaliar os componentes de produção, produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de milho pipoca, em função do espaçamento entre linhas de plantas em campo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, os tratamentos constituíram-se de cinco espaçamento entre linhas: 0,40, 0,50, 0,60, 0,70 e 0,80 m, com quatro repetições. As plantas foram avaliadas quanto a sua altura, diâmetro do colmo, número de sementes por espiga, de fileiras por espiga, número de sementes por fileira, massa de mil sementes e produtividade, e as sementes foram avaliadas quanto a germinação, emergência de plântulas, comprimento de plântulas e determinação do grau de umidade. Houve diferença estatística para as determinadas variáveis em relação aos diferentes espaçamentos entre linha de semeadura utilizadas. Por meio dos resultados obtidos concluiu-se que a germinação e o vigor de sementes de milho pipoca, oriundas de plantas cultivadas em espaçamentos entre linhas de 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, 0,8 m, não são influenciadas pelos espaçamentos utilizados.

Palavras-chave: *Zea mays everta*, índices de produção, qualidade fisiológica.

ABSTRACT

Many cultural practices used in common corn cultivation are adopted in popcorn cultivation. There are not many cultivation criteria specifically established for its cultivation. Thus, the objective of this study was to evaluate the production components, productivity and physiological quality of popcorn seeds, as a function of the spacing between plant rows in the field. The experimental design was in randomized blocks, and the treatments consisted of five spacings between rows: 0.40, 0.50, 0.60, 0.70 and 0.80 m, with four replicates. The plants were evaluated for their height, stem diameter, number of seeds per ear, number of rows per ear, number of seeds per row, mass of a thousand seeds, productivity and the seeds produced were evaluated for germination, seedling emergence, seedling length and determination of the moisture content. From the general analysis of the results obtained, it can be verified that there was no statistical difference for the determined variables in relation to the different spacings between planting rows used. Through the results obtained, it was concluded that the germination and vigor of popcorn seeds, originating from plants grown in spacings.

Keywords: *Zea mays everta*, production indices, physiological quality.



INTRODUÇÃO

O milho pipoca (*Zea mays everta*) pertence à família Poaceae e se diferencia do milho convencional pelo menor tamanho dos grãos e sua capacidade de expansão quando exposto a temperaturas muito elevadas (Kist et al., 2019). O rendimento dos grãos varia de acordo com as condições climáticas, disponibilidade de nutrientes do solo entre outros (Melo et al., 2018).

Os campos de produção de milho-pipoca vêm aumentando gradativamente no país por conta da maior demanda pelo produto *in natura* ou na forma de produto industrializado de milho-pipoca para consumo humano (Lima et al., 2018). Segundo Pacheco et al. (1998) entre os problemas dos quais os produtores enfrentam com o cultivo do milho de pipoca, destaca-se a dificuldade que se encontrar grãos de qualidade superior, com cultivares que proporcione boas características agronômicas e boa qualidade culinária em que se é mais exigida.

Além disso, a qualidade de sementes para a formação dos campos de produção deve ser considerada. Para se obter sementes com uma alta capacidade germinativa e vigor elevado, a utilização de práticas culturais corretas em campo é essencial (Franco, 2022). A população de plantas é um dos fatores de grande importância para aumentar o rendimento de grãos, pelo fato de otimizar o uso de água, luz e nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento da planta (Henrichsen et al., 2021).

O estabelecimento adequado da densidade de semeadura e espaçamento é considerado uma das mais importantes técnicas para a obtenção de maiores rendimentos de grãos para a cultura do milho. O espaçamento de 0,7 a 0,8 m geralmente é o mais utilizado, entretanto existe a possibilidade na redução para 0,5 m em que é possível obter melhor arranjo de plantas, favorecendo desse modo aumento da produtividade (Pereira Filho et al., 2020).

Os diferentes arranjos das plantas podem propiciar microclima específico e afetar no rendimento, seja pela competição de forma direta ou indireta, pelo fato de favorecer o desenvolvimento de fitopatógenos (Sousa et al., 2019).

Segundo Rosato Junior et al. (2013) ao avaliar os caracteres agronômicos e o índice de capacidade de expansão de três cultivares de milho pipoca brasileiras

sob diferentes espaçamentos entre linhas e populações de plantas observou a redução no número de grãos por espiga e a menor perda de massa de grãos se deu pelo aumento da população. Pode constar também que, o índice de capacidade de expansão não é interferido pelo espaçamento ou pela população de plantas.

De acordo com Silva et al. (2014), a redução do espaçamento entre linhas em relação ao rendimento de grãos se manifesta de forma positiva quando são utilizadas densidades altas com cerca de 80 mil plantas ha^{-1} , obtendo-se melhores resultados visíveis.

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar os componentes de produção, a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de milho pipoca, em função do espaçamento entre linha adotado durante o processo de produção das plantas em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi realizado na cidade de Ivaí, estado do Paraná, as coordenadas geográficas da área são: latitude de 24° 9'52,889" S, longitude 50° 9'15,9308" O e altitude de 704 m, com solo classificado como Latossolo vermelho distrófico. Foi utilizado um único genótipo de milho pipoca (cultivar UENF 14). A área usada no experimento, estava sendo cultivada pelo azevém, para cobertura de solo. Antes de realizar a semeadura do milho pipoca, o azevém foi dessecado e realizou-se a análise de solo, sendo feito a correção da fertilidade do solo conforme exigências da cultura do milho comum.

Na profundidade de 0–20 cm, o solo apresentou P resina de 17,79 mg dm^{-3} , matéria orgânica de 30,99 g dm^{-3} e pH (CaCl_2) de 4,97. A saturação por bases foi de 60% e não houve presença de alumínio tóxico. A CTC foi de 100 mmolc/kg e a SB de 60,4 mmolc/kg . Os teores de K, Ca e Mg foram 6,3; 30,0 e 20,8 mmolc/kg , respectivamente.

A área total do experimento apresentou a metragem de 377,5 m^2 , onde foram separadas em 20 parcelas, cada uma com dimensões distintas de acordo com o espaçamento entre linha. O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos: 0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8 m de espaçamento entre linhas e quatro repetições por tratamento.

Cada unidade experimental foi constituída por sete linhas de semeadura com o comprimento de 5 metros cada. Na ocasião da semeadura foi adotado cinco plantas por metro linear, utilizando-se manual da Embrapa, correspondente a cada espaçamento utilizado (0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, 0,8 m). Foram consideradas as quatro linhas centrais para fins de avaliações, com os três metros centrais de cada linha.

A adubação foi realizada com base nos dados extraídos da análise de solo considerando a formulação 4-30-10, usando-se as seguintes quantias de adubo para os tratamentos, a saber: 0,4 m foi utilizado 1.200 kg, 0,5 m de 1.500 kg, 0,6 m de 1.800 kg, 0,7 m de 2.100 kg e 0,8 m de 2.250 kg.

As avaliações realizadas em campo e no laboratório foram:

Altura de plantas: foram escolhidas cinco plantas ao acaso, dentro da área útil da parcela. Para coletar os dados de altura de plantas foi utilizado uma fita métrica.

Diâmetro de colmo: foram escolhidas cinco plantas ao acaso, dentro da área útil da parcela. Para coletar os dados do diâmetro de colmo foi averiguado com o auxílio de um paquímetro digital.

Número de sementes por espiga: foi realizada a multiplicação da média de grãos por fileira por número médio de fileiras por espiga.

Número de fileiras por espiga: foi realizada a contagem de 10 espigas por parcela.

Número de sementes por fileira: foi realizada a contagem de 4 fileiras por espiga.

Altura da planta: 30, 57, 86 dias após a emergência.

Produtividade: foi realizada a colheita em 4m², sendo as espigas debulhadas e realizado a correção para 13% umidade.

Determinação do teor de água: foi utilizado o método de estufa a 105±3 °C, por um período de 24 horas, utilizando duas subamostras de 3,0 g de sementes para cada repetição (Brasil, 2009). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem média de teor de água para cada lote, na base úmida.

Massa de 1000 sementes: logo após debulha as sementes pertencentes a cada tratamento e repetição foram pesadas. Para o teste foram pesadas oito repetições de 100 sementes, após foi obtido a média entre as oito repetições e multiplicado por 10, a fim de ter a massa de 1.000 sementes (Brasil, 2009).

Teste de germinação: para cada tratamento, foi utilizada quatro repetições de 25 sementes cada, distribuídas em papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato e mantidas em germinador, a 25°C, sob regime de luz constante. A realização das contagens das plântulas foi feita no sétimo dia após a semeadura (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos por meio das médias de plântulas normais em porcentagem para cada genótipo.

Comprimento de plântulas: este procedimento foi realizado de forma similar ao teste de germinação, sendo 10 sementes para cada genótipo com quatro repetições segundo Nakagawa (1999). As posições das sementes ficaram de maneira em que a radícula fique voltada todas em uma mesma posição dentro da caixa, para baixo, devido a obtenção de um desenvolvimento da germinação mais linear entre as sementes. O conjunto foi mantido em germinador por um período de cinco dias com luz constante e temperatura de 25°C. Decorrido esse período, foram quantificadas as plântulas normais, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, medido em conjunto o comprimento da raiz, da parte aérea e o comprimento total da plântula. Os dados foram expressos em centímetro médio para cada genótipo.

Teste de emergência de plântulas em campo: foi realizado no município de Ivaí, com clima do tipo Cfb segundo Koppen, e com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico. As sementes foram depositadas em bandejas de polietileno expandido contendo 200 células. Para cada repetição foram utilizadas duas repetições de 50 sementes cada, dispostas nas bandejas com um 1 cm de profundidade sendo efetuado a irrigação 2 vezes ao dia, quando não houver precipitação natural. Aos 14 dias após a semeadura, foi feito a contagem de plântulas sendo o resultado expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada genótipo.

Os dados obtidos, exceto a determinação do grau de umidade, foram analisados por meio da análise em regressão, *Student Newman Keuls* a $p \leq 0,05$. Para as variáveis que não apresentaram diferenças significativas, os resultados médios dos tratamentos foram apresentados por meio de tabelas, a fim de demonstrar os resultados obtidos. Todos os cálculos estatísticos foram realizados por meio do programa RStudio (2018).

RESULTADOS

Os resultados de altura de plantas de milho pipoca (Tabela 1) não foram significativos, sendo possível constatar que para a altura de planta, onde a cultura apresentava trinta dias após a emergência os tratamentos de 0,50 e 0,60 cm entre linhas de semeadura apresentaram maior resultado com aproximadamente 0,54 m de altura, igualmente para a avaliação com 57 dias após a emergência onde os mesmos tratamentos apresentaram os melhores resultados com alturas em torno de 2,10 m, já para com 86 dias após a emergência o espaçamento 0,80 m entre linha demonstrou altura em cerca de 2,7 m de altura.

Em relação ao diâmetro de colmo (Tabela 1) os resultados obtidos do 30, 57 e 86 DAE não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, isso pode estar relacionado ao índice de fertilidade do solo desigual entre as parcelas onde foram estabelecidos os tratamentos e também pode ter sofrido alterações por fatores climáticos externos, assim interferindo nos resultados.

O diâmetro de colmos (Tabela 1), demonstrou que a maioria dos tratamentos (0,40, 0,50, 0,60, 0,70, e 0,80 m) obtiveram resultados semelhantes, no entanto para os 57 DAE o tratamento de 0,80 m entre linhas apresentou valores de diâmetro de colmo mais elevados em torno de 28,35 mm, o mesmo espaçamento entre linha de 0,80 m evidenciou o melhor resultado com 29,98 mm de diâmetro de colmo para a cultura do milho pipoca.

Em relação aos componentes de produção como massa de mil sementes (PMS), número de sementes por espiga (NSE), número de fileiras por espiga (NFE), sementes por fileira (SF), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE) os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Sendo assim quando analisamos a Tabela 2 para PMS se torna visível que os resultados entre todos os espaçamentos se igualaram, já para SF o espaçamento de 0,80 m entre linha se sobressaiu comparado com os demais com cerca de 600 sementes por espiga, da mesma forma em que NFS, SF, DE e CE apresentaram maiores resultados com o espaçamento entre linha de 0,80 m.

Pela análise geral dos resultados obtidos, pode-se verificar que não houve diferença estatística para altura de plantas, diâmetro de colmo e índices produtivos havendo somente resultados significativos para produtividade em relação aos diferentes espaçamentos entre linha de plantio utilizados (0,40m, 0,50m 0,60m, 0,70m e 0,80m). Isso nos mostra que o espaçamento entre plantas de milho pipoca que foram estudados não interferiram alguns fatores de desenvolvimento da cultura.

Quando se analisa a produtividade do milho pipoca (Figura 1), observa-se que a medida que houve redução do espaçamento entre linha, houve redução na produtividade.

Os resultados de avaliação dos testes de análise de sementes (germinação, emergência de plântula e crescimento de plântula) não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 1. Altura de plantas e diâmetro de espigas de milho pipoca, avaliada aos 30, 57 e 86 dias após emergência (DAE), nos espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,50, 0,60, 0,70 e 0,80 m.

Espaçamento (metros)	Altura da parte aérea da planta (DAE)		
	30	57	86
	cm		
0,4	0,48	2,02	2,58
0,5	0,54	2,06	2,34
0,6	0,52	2,11	2,4
0,7	0,45	1,98	2,35
0,8	0,5	1,2	2,73
CV %	23,48 ^{n.s.}	5,06 ^{n.s.}	10,09 ^{n.s.}
Espaçamento (metros)	Diâmetro do colmo (DC)		
	mm		
	30	57	86
0,4	0,82	27,75	28,34
0,5	0,93	27,94	29,12
0,6	0,95	28,21	29,1
0,7	0,94	28,16	28,76
0,8	0,94	28,35	29,98
CV %	19,85 ^{n.s.}	6,91 ^{n.s.}	2,38 ^{n.s.}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls a $p \leq 0,05$. ^{n.s.} não significativo.

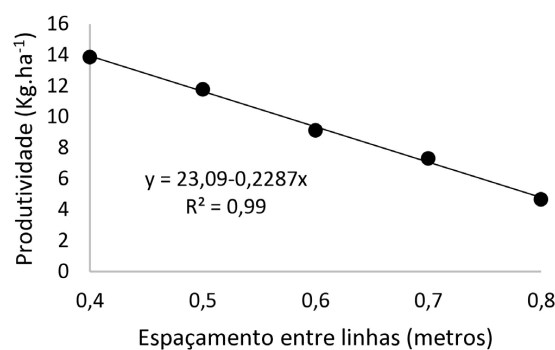


Figura 1. Produtividade milho pipoca (kg ha⁻¹) de plantas cultivadas nos espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,50, 0,60, 0,70 e 0,80 m.

Tabela 2. Resultados médios do número de sementes por espiga (NSE), fileiras por espiga (NFE), de sementes por fileira (NSF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE) e da massa de mil sementes de plantas de milho pipoca, cultivadas nos espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,50, 0,60, 0,70 e 0,80 m.

Espaçamentos entre linhas (m)	NSE	NFE	NSF
	número		
0,4	456	14,75	37,1
0,5	436	14,1	32,25
0,6	537	16	41,75
0,7	439	12,75	32,85
0,8	616	18,4	46,95
CV (%)	19,57 ^{n.s.}	17,13 ^{n.s.}	19,04 ^{n.s.}
Espaçamentos entre linhas (m)	DE (mm)	CE	Massa de Mil Sementes
	mm	cm	g
0,4	34,55	16,5	164,55
0,5	31,1	15,05	164,3
0,6	37,31	19,07	167,6
0,7	28,56	14,47	164,26
0,8	41,53	21,31	172,87
CV (%)	18,88 ^{n.s.}	21,5 ^{n.s.}	6,73 ^{n.s.}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a $p \leq 0,05$. ^{n.s.} não significativo.

Tabela 3. Dados médios do grau de umidade, germinação, emergência de plântulas, comprimento de raízes de plântulas de milho pipoca, oriundas de sementes de plantas cultivadas nos espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,50, 0,60, 0,70 e 0,80 m.

Espaçamento entre linhas (metro)	Grau de umidade	Germinação	Emergência de plântulas
	%		
0,4	164,69	98	90
0,5	164,29	99	89
0,6	167,59	98	94
0,7	164,26	98	96
0,8	172,84	97	94
CV %	6,73 ^{n.s.}	1,78 ^{n.s.}	5,98 ^{n.s.}
Espaçamento entre linhas (metro)	Comprimento da plântula		
	Parte aérea	Raiz primária	Total
	cm		
0,4	15,5	24,29	39,7
0,5	16,2	24,99	41,2
0,6	16,3	23,98	40,3
0,7	14,7	23,72	38,4
0,8	16,4	25,37	41,8
CV %	8,68 ^{n.s.}	7,85 ^{n.s.}	6,86 ^{n.s.}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a $p \leq 0,05$. ^{n.s.} não significativo.

Pela análise geral dos resultados obtidos, pode-se verificar que não houve diferença estatística para as determinadas variáveis em relação aos diferentes espaçamentos entre linha de plantio utilizados (0,40m, 0,50m 0,60m, 0,70m e 0,80m). Isso significa que o espaçamento entre plantas de milho pipoca que foram estudados não interferiram na qualidade fisiológica das sementes de milho pipoca analisadas.

DISCUSSÃO

De acordo com Demétrio et al. (2008) em seu experimento realizado com diferentes híbridos de milho impõe que o espaçamento entre linhas de semeadura não interferiu na massa de 1.000 sementes. Lima et al. (2016) verificaram que no espaçamento de 0,90 m entre linhas, com menor população final de plantas, atingiu-se maior altura de plantas.

Com isso observou que a redução do espaçamento entre linhas de plantas proporcionou o aumento do número de grãos por fileira, do número de grãos por espiga e da massa de cem grãos, isso pode estar relacionado ao índice de fertilidade do solo e a fatores climáticos externos.

Em trabalho semelhante ao de Boiago et al. (2017) a influência da variação de espaçamento entre linhas de plantio da cultura do milho. Desta forma foi utilizado dois espaçamentos 0,45 e 0,90 m. Com isso se observou que a redução de espaçamento entre linhas de plantio de 0,90 para 0,45 m não alterou suas características agrônomicas peso de mil grãos, porcentagem de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira. A não significância dos resultados para a massa de mil sementes pode ter ocorrido pelo fato de que as sementes tenham sofrido alterações por fatores climáticos externos, assim interferindo nos resultados.

Desse modo se observa que esses dados respondem os resultados obtidos no presente experimento, onde os menores espaçamentos entre linhas reduzem o diâmetro do colmo. O estudo de Andrade Junior et al. (2014) concorda com parte do resultado do presente trabalho onde ele observou que o espaçamento reduzido entre linha de 0,80 para 0,40 m, utilizando uma cultivar de milho CD 384 HX, aumenta a produtividade de grãos e em consequência aumento da densidade de plantas por área. O arranjo populacional de plantas é um método para elevar a produtividade.

Rosato Junior et al. (2013) ao avaliar os caracteres agrônomicos e o índice de capacidade de expansão de três cultivares de milho pipoca brasileiras sob diferentes espaçamentos entre linhas (0,40, 0,60 e 0,80 m) com diferentes populações (60.000 e 80.000 plantas por hectare). Assim se observou que com o aumento da população de plantas o número de grãos por espiga e reduzido e ocorre perda de massa de grãos e o rendimento de grãos das cultivares é afetado pelos espaçamentos entre as linhas no milho pipoca.

Segundo Jasper et al. (2006) foi observado que não houveram diferenças significativa para os fatores e para as interações se tratando de porcentagem de germinação em espaçamentos longitudinais para a cultura do milho. Isso pode ter ocorrido pelo fato das sementes não serem influenciadas em sua qualidade de acordo com os espaçamentos utilizados.

Segundo Lima et al. (2016) avaliando a densidade populacional e a influência do espaçamento entre linhas em componentes microclimáticos e características agrônomicas desejáveis da cultura do milho, pode demonstrar em seus resultados que com a instalação dos menores espaçamentos, devido às altas densidade populacional, houve uma maior concentração de raízes.

De acordo com os dados apresentados para o comprimento da parte aérea das plantas de milho pipoca (Tabela 3) não houveram diferença significativa entre os tratamentos.

Gutierrez (2010) observou em seu experimento que a área foliar e a área foliar total aumentaram decorrente ao aumento do espaçamento entre linhas na cultura do milho.

De acordo com Dourado Neto et al. (2003) avaliando espaçamentos de planta sobre dois tipos de população para a cultura do milho, pode-se observar que na população mais elevada e no menor espaçamento pode-se observar uma elevação na altura de plantas, relação esta que inverteu-se à medida em que a população diminuiu.

Correia et al. (2024) destacaram que as alturas de plantas de milho e de inserção de espiga obtiveram decréscimo com a redução do espaçamento entre linhas. Já Demétrio et al. (2008) observaram que a altura da planta e inserção da primeira espiga na planta de milho comum não teve influência decorrente da diminuição do espaçamento entre linhas.

Kappes et al. (2011) pode observar que os híbridos obtiveram diferenças significativa entre altura de plantas, independentemente das populações e espaçamentos de plantas adquiridas para a cultura do milho.

CONCLUSÕES

A variação dos espaçamentos entre linhas (0,40 m, 0,50 m, 0,60 m, 0,70 m e 0,80 m) não influenciou os principais índices vegetativos do milho pipoca, como altura de planta e diâmetro de colmo, exceto para o número de folhas por planta. Da mesma forma, os parâmetros produtivos, peso de mil sementes, número de sementes por espiga, número de fileiras por espiga, número de sementes por fileira, diâmetro e comprimento de espiga permaneceram estáveis independentemente do espaçamento adotado.

Entretanto, observou-se que a produtividade da cultura foi influenciada pelos diferentes espaçamentos entre linhas, demonstrando que o arranjo espacial das plantas pode afetar o rendimento final, mesmo quando não altera os componentes de crescimento e produção. Além disso, constatou-se que nem a germinação nem o vigor das sementes foram afetados pelos espaçamentos avaliados, indicando que a qualidade fisiológica das sementes se mantém estável dentro das condições testadas.

Dessa forma, conclui-se que, embora os espaçamentos entre linhas não modifiquem os atributos vegetativos, produtivos e a qualidade das sementes, eles podem impactar a produtividade final do milho pipoca, devendo ser considerados no planejamento do sistema de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, O., RALISCH, R., CARVALHO, P.R. & CALONEGO, J.C., 2014. Crescimento e produtividade de milho em três sistemas de manejo de solo e dois espaçamentos entrelinhas. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, no. 3, pp. 1221-1230. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1221>.
- BOIAGO, R., GARCIA, R., SCHUELTER, A.R., BARRETO, R., DA SILVA, G.J. & SCHUSTER, I., 2017. Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 16, no. 3, pp. 440. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p440-448>.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CORREIA, A.A., FREIRE, W.A., SILVA, T.P., FERREIRA, J.T., GONÇALVES, M.A.B. & SOUZA, Ê.G.F., 2024. Características Agronômicas de híbridos de milho para grãos no sertão de Alagoas. *EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas*, vol. 15, pp. 51-69.
- DEMÉTRIO, C.S., FORNASIERI FILHO, D., CAZETTA, J.O. & CAZETTA, D.A., 2008. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 43, no. 12, pp. 1691-1697. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200008>.
- DOURADO NETO, D., PALHARES, M., VIEIRA, P.A., MANFRON, P.A., MEDEIROS, S.L.P. & ROMANO, M.R., 2003. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 2, no. 3, pp. 63-77. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p63-77>.
- FRANCO, A.L.S., 2022 [acesso em 9 julho 2025]. *Posição das sementes de milho pipoca no teste de comprimento de plântulas para determinação do vigor*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36936>
- GUTIERREZ, M.A., 2010. *Microclima e características agronômicas em diferentes espaçamentos e populações na cultura do milho*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 76 p. Tese de Doutorado.
- HENRICHSEN, L.H., CHRISTT, E.L., SILVA, C.K., HÜBNER, J.P., SANDER, L.S., ROSSATTO, A.A.P., GARAFFA, J.P. & MARTINS, J.D., 2021. Efeitos da desuniformidade de emergência na cultura do milho. *Brazilian Journal of Development*, vol. 7, no. 3, pp. 28382-28398. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-518>.
- JASPER, R., JANSZEN, U., JASPER, M. & GARCIA, L.C., 2006. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. *Engenharia Agrícola*, vol. 26,

no. 1, pp. 292-299. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162006000100031>.

KAPPES, C., ANDRADE, J.A.C., ARF, O., OLIVEIRA, A.C., ARF, M.V. & FERREIRA, J.P., 2011. FERREIRA, J.P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, vol. 70, no. 2, pp. 334-343. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200012>.

KIST, B.B., CARVALHO, C., BELING, R.R., 2019. *Anuário brasileiro do milho 2019*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cru.

LIMA, S.F.D., ALVAREZ, R.D.C.F. & CONTARDI, L.M., 2016. Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho. *Ambiência*, vol. 12, no. 4. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2016.04.nt2>.

LIMA, V.J., FREITAS JUNIOR, S.P., SOUZA, Y.P., SILVA, C.S., FARIAS, J.E.C., SOUZA, R.F., CHAVES, M.M. & FEITOSA, J.V., 2018. Genetic gain capitalization in the first cycle of recurrent selection in popcorn at Ceará's Cariri. *Agrária*, vol. 13, no. 3, pp. 1-7. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i3a5556>.

MELO, R.F., OLIVEIRA, A.R., SIMÕES, W.L. & SANTOS, M.L., 2018. Desenvolvimento e produtividade do milho BRS gorutuba sob diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica. *Revista Científica Intelletto*, vol. v3, no. 1. <https://doi.org/10.17648/intellecto-2525-9075-v3-n1-01>.

NAKAGAWA, J., 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D. & FRANÇANETO, J.B., eds. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap. 2, pp. 1-24.

PACHECO, C.A.P., GAMA, E.E.G.E., GUIMARÃES, P.E.O., SANTOS, M.X. & FERREIRA, A.S., 1998. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 33, no. 12, pp. 1995-2001.

PEREIRA FILHO, I.A., CRUZ, J.C., PACHECO, C.A.P. & COSTA, R.V., 2020 [acesso em 9 julho 2025]. *Milho Pipoca*. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/485791/1/Produtividadealgumas.pdf>. ROSATO JUNIOR, S.A.J., CAZZETA, D.A., BARBOSA, J.C., FORNASIERI FILHO, D., 2013. Capacidade de expansão e produtividade de cultivares de milho pipoca sob diferentes espaçamentos entre as linhas e população de plantas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 48, no. 12, pp. 1538-1545.

RSTUDIO, 2018 [acesso em 9 julho 2025]. *Undelete and data recovery software: software livre de ambiente de desenvolvimento integrado R para análise estatísticas. R version 3.4.1*. Boston: RStudio. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>

SILVA, A.F., SCHONINGER, E.L., CAIONE, G., KUFFEL, C. & CARVALHO, M.A.C., 2014. 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*, vol. 13, no. 2, pp. 162-173. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p162-173>.

SOUSA, G.D., COUTO, J.D.R., FERREIRA, N.G., SOUZA, A.R., 2019. Influência do espaçamento entre plantas no desenvolvimento do milho. In: *Anais do 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma*, 2019. Paracatu: FINOM/Tecsoma, pp. 113-120