

Arranjo espacial para cultivares de gergelim

Spatial arrangement for sesame cultivars

Tanismare Tatiana de Almeida ^{*1}(ORCID 0000-0001-8846-6857), **Andréa dos Santos Oliveira** ¹(ORCID 0000-0002-9061-2304), **Pablo Muniz da Cruz** ¹(ORCID 0009-0001-4172-0886), **Cláudio das Neves Vieira Bárbara** ²(ORCID 0000-0002-9015-1165), **Fernando André Silva Santos** ³(ORCID 0000-0003-2220-1914)

¹Universidade do Estado do Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil. *Autor para correspondência: tanismaresilva@unemat.br

²Escola Estadual Senador Mario Motta, Cáceres, MT, Brasil.

³Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Cuiabá, MT, Brasil.

Submissão: 11 de Novembro, 2024 | Aceite: 19 de Abril, 2025

RESUMO

Nesta pesquisa foi avaliado o impacto de diferentes densidades populacionais e espaçamentos nas características agronômicas dos cultivares de gergelim Trebol e K3. O experimento foi conduzido na unidade experimental da EMPAER, em Cáceres, entre março e julho de 2022, utilizando delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos e três repetições. Os tratamentos variaram entre espaçamentos de 0,20 e 0,80 metros entre linhas, e as características analisadas incluíram altura de plantas, inserção da primeira cápsula, o número de cápsulas por planta, número de sementes por cápsula, produtividade estimada, índice de acamamento, análise de pureza, determinação do peso de mil sementes, teste de germinação, primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação. Os resultados indicaram que o espaçamento de 0,80 m favoreceu o desenvolvimento das plantas, principalmente em termos de altura e número de cápsulas, com destaque para o cultivar K3, que apresentou maior produtividade. A análise de correlações fenotípicas demonstrou que o índice de acamamento foi a variável mais relevante na determinação da produtividade do cultivar Trebol, enquanto a altura das plantas foi a principal variável para o cultivar K3. Concluiu-se que o espaçamento entre linhas de 0,80 m é benéfico para a produtividade do gergelim, especialmente para o cultivar K3, e que a densidade de plantas influencia diretamente a arquitetura e a eficiência produtiva das cultivares avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: Sesamum indicum. Densidade populacional. Produtividade.

ABSTRACT

This research evaluated the impact of different population densities and spacing on the agronomic characteristics of the Trebol and K3 sesame cultivars. The experiment was conducted at EMPAER's experimental unit in Cáceres between March and July 2022, using a randomised block design with 12 treatments and three replications. The treatments varied between spacings of 0.20 and 0.80 metres between rows, and the characteristics analysed included plant height, insertion of the first pod, the number of pods per plant, number of seeds per pod, estimated yield, lodging index, purity analysis, determination of the weight of a thousand seeds, germination test and first germination count and germination speed index. The results indicated that the 0.80 m spacing favoured plant development, especially in terms of height and number of pods, with the K3 cultivar standing out as the most productive. The phenotypic correlation analysis showed that the lodging index was the most relevant variable in determining the productivity of the Trebol cultivar, while plant height was the main variable for the K3 cultivar. It was concluded that 0,80 m row spacing is beneficial for sesame productivity, especially for the K3 cultivar, and that plant density directly influences the architecture and productive efficiency of the cultivars evaluated.

KEYWORDS: Sesamum indicum L. Population density. Productivity.

Publisher's Note: UDESC stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

INTRODUÇÃO

A produção de sementes de gergelim tem aumentado ao longo dos anos, acompanhando a crescente demanda. O tamanho do mercado de sementes de gergelim é estimado em US\$ 7,67 bilhões em 2024, com projeção de atingir US\$ 8,72 bilhões até 2029, crescendo a uma taxa anual de 2,60% durante o período de previsão de 2024-2029 (MORDOR INTELLIGENCE 2024).

A área cultivada de grãos no Brasil em 2024 apresentou um crescimento de 1,5%, correspondendo a 1,18 milhões de hectares a mais em comparação com a safra anterior. Os maiores crescimentos são observados na soja, seguidos pelo gergelim, algodão, sorgo, feijão e arroz. Isso demonstra como a cultura do gergelim vem ganhando espaço como opção para o produtor, principalmente no estado de Mato Grosso (CONAB 2024).

Apesar desse aumento, a média de produtividade do gergelim ainda é considerada baixa quando comparada a outras culturas, evidenciando a necessidade de desenvolver um pacote tecnológico inovador para a produção de grãos e, principalmente, para a produção de sementes, que é um insumo essencial para o sucesso da lavoura.

O arranjo espacial das plantas no campo interfere diretamente no tempo de fechamento entre linhas, na produção de fitomassa, na arquitetura das plantas, na severidade de doenças, no acamamento e na produtividade da cultura. Isso ocorre porque o arranjo afeta a competição intraespecífica e, consequentemente, a quantidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrientes – disponíveis para cada planta. PRAVALIKA et al. (2024) confirmaram que o espaçamento das plantas de gergelim influencia significativamente os parâmetros de crescimento, sustentando que o espaçamento de 45 cm x 10 cm resultou em maior altura da planta (90,37 cm) e rendimento de sementes (1196,67 kg ha⁻¹). Para os cultivares BRS Seda e Anahi, produzidos em diferentes espaçamentos, não foi observada nenhuma interação para as variáveis: altura das plantas, diâmetro do caule, altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos por planta, número de ramos frutíferos e produtividade (SILVA 2020), sugerindo que a escolha do espaçamento depende do cultivar que será utilizado.

O uso de cultivares sem o espaçamento adequado compromete o rendimento do gergelim, tornando essencial a avaliação do cultivar mais apropriado para cada localidade. Esse processo é fundamental para identificar o genótipo ideal da cultura e maximizar seu potencial produtivo na região (SILPA et al. 2022).

Mesmo com a importância dessa cultura, os trabalhos científicos que têm como objeto de pesquisa a densidade de semeadura e a população de plantas são limitados para o gergelim. Todavia, a importância desses estudos é justificada por alguns fatores, como: lançamento de novas cultivares no mercado; mudança nas características morfofisiológicas das cultivares e das práticas de manejo utilizadas; e o aumento da produtividade de grãos para atender à demanda do mercado, que é um desafio constante. Nesse contexto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a influência de diferentes densidades populacionais e espaçamentos sobre as características agronômicas dos cultivares de gergelim Trebol e K3.

MATERIAL E MÉTODOS

O campo de produção de sementes foi conduzido na unidade experimental da EMPAER-Cáceres, no período de março a julho de 2022. O solo foi corrigido e adubado conforme a interpretação da análise do solo. Foram utilizadas sementes de gergelim dos cultivares Trebol e K3. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos com três repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos utilizados consistiram em arranjos espaciais com densidades variadas de semeadura, nos espaçamentos de 0,20 e 0,80 m entre linhas (Tabela 1). Para a quantidade das sementes que foram utilizadas por parcela em cada tratamento, foi realizado o cálculo baseado na germinação das sementes do lote obtido, compensando para 100% de emergência de plântulas, com acréscimo de 20%. Cada parcela de campo foi composta por seis fileiras com 5,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas as quatro fileiras centrais. Entre cada parcela manteve-se a distância de 0,5 m, e para blocos, 1,0 m, dessa forma, os cultivares foram avaliados isoladamente.

Tabela 1. Identificação dos tratamentos utilizados para a determinação do arranjo espacial das cultivares de gergelim Trebol e K3, considerando a população final.

Table 1. Identification of the treatments used to determine the spatial arrangement of sesame cultivars Trebol and K3.

Cultivar	Tratamento	*População	Esp_linha	Cultivar	Tratamento	*População	Esp_linha
K3	1	135	0,2	Trebol	7	130	0,2
K3	2	323	0,8	Trebol	8	298	0,8
K3	3	311	0,2	Trebol	9	286	0,2
K3	4	416	0,8	Trebol	10	574	0,8
K3	5	419	0,2	Trebol	11	507	0,2
K3	6	529	0,8	Trebol	12	754	0,8

*Plantas por parcela contadas no estande final.

Dentro de cada parcela foram coletadas seis plantas da área útil e avaliado as seguintes características: altura de plantas, inserção da primeira cápsula, o número de cápsulas por planta, número de sementes por cápsula e produtividade estimada. Também foi verificado o índice de acamamento, atribuindo notas de 1 a 5 (1 – 100% plantas eretas; 2 – 25% das plantas caídas ou inclinadas; 3 – 50% das plantas caídas ou inclinadas; 4 – 75% das plantas caídas ou inclinadas; 5 – 100% plantas caídas).

A colheita manual foi realizada logo após as avaliações no campo. As plantas da parcela útil foram amarradas em feixes, identificadas e mantidas ao sol para secagem e posterior beneficiamento e análises laboratoriais no Centro de Estudos e Análises de Sementes da Universidade do Estado de Mato Grosso.

Foram realizados os testes de análise de pureza, determinação do peso de mil sementes, ajustado para 5% umidade, teste de germinação e primeira contagem de germinação (BRASIL 2009), e o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE 1962). Para a avaliação dos dados, foi utilizado o programa estatístico Genes (CRUZ 2013), e realizada a análise de variância, correlações fenotípicas e determinados os efeitos diretos e indiretos através da análise de trilha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis avaliadas em campo e laboratório apresentaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade (Tabela 2) para a cultivar K3 no índice de acamamento, altura de planta, altura de inserção da cápsula, número de cápsula por planta, número de sementes por cápsula, produtividade por parcela e peso de mil sementes. Já para a cultivar Trebol, além das diferenças observadas na cultivar K3, foi possível identificar diferenças também para a primeira contagem de germinação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas em laboratório e campo: (la) = índice de acamamento; (Ap) = altura de planta; (Ins) = altura de inserção da cápsula; (Ncap) = número de cápsula por planta; (Scap) = número de sementes por cápsula; (Prod) = produtividade por parcela; (Ger) = germinação; (Pcont) = primeira contagem de germinação; (IVG) = índice de velocidade de germinação e (PMS) = Peso de mil sementes dos cultivares K3 e Trebol.

Table 2. Summary of variance analysis of variables evaluated in laboratory and field: (la) = lodging index; (Ap) = plant height; (Ins) = capsule insertion height; (Ncap) = number of capsules per plant; (Scap) = number of seeds per capsule; (Prod) = yield per plot; (Ger) = germination; (Pcont) = first germination count; (IVG) = germination speed index; and (PMS) = thousand-seed weight for cultivars K3 and Trebol.

QM – Cultivar K3												
FV	GL	la	Ap	Ins	Ncap	Scap	Prod	Ger	Pcont	IVG	PMS	
		(n)	(m)	(m)	(n)	(n)	(g)	(%)	(%)	(a)	(g)	
Tratamento	5	*0,9	*0,215	0,004	*22402,4	*74,5	*2152935,9	80,8	168,2	37,7	*0,004	
Bloco	2	0,7	0,001	0,002	9323,5	41,5	204830,3	6,2	416,2	57,5	0,0001	
Resíduo	10	0,3	0,015	0,001	3028,9	21,2	136502,7	28,4	122,6	25,2	0,0001	
Total	17											
Média	-	1,8	1,1	0,3	131,5	56,6	976,9	96,1	63,8	54,8	0,338	
CV%	-	29,5	11,3	12,6	41,8	8,1	37,8	5,5	17,3	9,2	3,4	
Min	-	1	0,7	0,3	28	48	205,2	87	53	51,7	0,315	
Máx	-	3	1,4	0,4	226	61	2108,9	100	75	60,8	0,354	
QM – Cultivar Trebol												
FV	GL	la	Ap	Ins	Ncap	Scap	Prod	Ger	Pcont	IVG	PMS	
		(n)	(m)	(m)	(n)	(n)	(g)	(%)	(%)	(a)	(g)	
Tratamento	5	*2,7	*0,13	0,01	*5793,8	64,7	*455713,4	0,9	*343,4	59,7	*0,0006	
Bloco	2	1,2	0,09	0,01	65,8	150,1	145234,8	0,4	588,22	111,9	0,0001	
Resíduo	10	0,6	0,03	0,01	612,1	67,4	48306,9	1,9	72,22	50,4	0,0001	
Total	17											
Média	-	2,5	1,4	0,5	82,5	48,3	646,3	98	35,8	69,0	0,420	
CV%	-	32,3	12,9	14,5	30,0	17,0	34,0	1,38	23,8	10,3	2,45	
Min	-	1	1,2	0,4	37	41	241,9	98	15	62,6	0,413	
Máx	-	3	1,7	0,6	162	52	1075,9	99	45	73,5	0,432	

(FV) = Fonte de variação; (CV) = Coeficiente de variação; (Min) = Valor mínimo encontrado; (Máx) = Valor máximo encontrado; (*) = Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Conforme os valores médios da Tabela 3, o acamamento foi maior nas parcelas com espaçamento de 0,80 m entre linhas para o cultivar Trebol. A altura das plantas foi maior nas parcelas com espaçamento de 0,80 m, tanto para Trebol quanto para K3. As menores médias de altura ocorreram no espaçamento de 0,20 m. O número de cápsulas por planta foi maior no espaçamento de 0,80 m para o cultivar K3, sem variação significativa para o Trebol, exceto no tratamento 8. A produção seguiu o mesmo padrão, com maiores valores nos espaçamentos de 0,80 m para ambos os cultivares, Trebol e K3.

Tabela 3. Análise de médias das variáveis (Ia) = índice de acamamento; (Ap) = altura de planta; (Ins) = altura de inserção da cápsula; (Ncap) = número de cápsula por planta; (Scap) = número de sementes por cápsula; (Prod) = produtividade por parcela; (Ger) = germinação; (Pcont) = primeira contagem de germinação; (IVG) = índice de velocidade de germinação e (PMS) = Peso de mil sementes dos cultivares K3 e Trebol.

Table 3. Mean analysis of variables: (Ia) = lodging index; (Ap) = plant height; (Ins) = capsule insertion height; (Ncap) = number of capsules per plant; (Scap) = number of seeds per capsule; (Prod) = yield per plot; (Ger) = germination; (Pcont) = first germination count; (IVG) = germination speed index; and (PMS) = thousand-seed weight for cultivars K3 and Trebol.

Tratamento	Média – Cultivar K3									
	Ia (n)	Ap (m)	Ins (m)	Ncap (n)	Scap (n)	Prod (g)	Germ (%)	Pcont (%)	IVG (a)	PMS (g)
1	1 a	1,03 b	0,32 a	90 b	57 a	243,7 b	87 a	53 a	53,27 a	3,47 a
2	2 a	1,38 a	0,29 a	226 a	61 a	1418,6 a	92 a	60 a	53,33 a	3,51 a
3	1 a	0,74 c	0,37 a	46 b	48 a	244,0 b	100 a	75 a	51,77 a	3,23 b
4	2 a	1,26 a	0,30 a	201 a	57 a	1641,2 a	96 a	67 a	52,33 a	3,38 c
5	1 a	0,83 c	0,37 a	28 b	53 a	205,1 b	100 a	61 a	57,28 a	3,15 d
6	3 a	1,32 a	0,28 a	195 a	60 a	2108,9 a	100 a	66 a	60,88 a	3,54 a
Média – Cultivar Trebol										
7	2 b	1,32 b	0,43 a	88 b	52 a	251,5 b	98 a	40 a	62,61 a	4,32 a
8	3 a	1,56 a	0,53 a	162 a	51 a	995,7 a	99 a	15 b	64,27 a	4,19 b
9	1 b	1,17 b	0,49 a	49 b	41 a	241,9 b	98 a	35 a	71,16 a	4,16 b
10	3 a	1,51 a	0,54 a	82 b	43 a	914,5 a	99 a	42 a	71,22 a	4,20 b
11	1 b	1,23 b	0,54 a	37 b	51 a	398,1 b	99 a	45 a	71,55 a	4,13 b
12	3 a	1,72 a	0,62 a	73 b	49 a	1075,9 a	98 a	36 a	73,49 a	4,20 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

A influência do espaçamento entre linhas na altura das plantas de gergelim é um fator crítico para otimizar o crescimento e a produtividade. Especificamente, comparar espaçamentos entre linhas de 0,80 m e 0,20 m revela diferenças significativas na altura da planta devido às variações na densidade da planta e à competição por recursos. Um espaçamento maior entre linhas, como 0,80 m, geralmente permite uma maior altura da planta. Isso ocorre porque as plantas têm mais acesso à luz solar, nutrientes e água, reduzindo a competição entre elas. Por exemplo, em um estudo realizado na região de Bagdá concluiu-se que o espaçamento entre linhas de 80 cm resultou no maior rendimento, o que geralmente está associado a melhores condições de crescimento, incluindo aumento da altura da planta (ALOBAIDY et al. 2023). Esses autores sustentam ainda que os resultados também mostraram diferentes respostas das cultivares de acordo com o espaçamento entre linhas.

Em contraste, espaçamentos entre linhas menores, como 0,20 m, pode levar à redução da altura das plantas devido à competição por luz e nutrientes (ROY & UMESHA 2023), no entanto, pode também resultar em compensação devido ao rendimento geral por área, o que não foi observado nesta pesquisa quando associado ao menor espaçamento.

O rendimento por área no espaçamento de 0,80 m foi superior ao observado no espaçamento de 0,20 m para as cultivares avaliadas. Observa-se que o rendimento da cultivar K3 é maior do que o da cultivar Trebol. Essa observação sugere que a resposta ao espaçamento pode ser específica de cada cultivar, demandando práticas agronômicas adequadas para garantir maiores rendimentos.

Apesar das diferenças observadas nas características agronômicas, a qualidade fisiológica das sementes não foi afetada pelo processo produtivo. Quanto às características físicas, variações no peso de mil sementes foram observadas de maneira mais acentuada na cultivar K3, com redução do peso em populações de 311, 416 e 419 plantas por parcela (Tabela 1, Tabela 3). Já para a cultivar Trebol, uma menor população apresenta maior peso de sementes, sem diferenças significativas quando há aumento da população de plantas.

Na avaliação dos coeficientes de correlação (Tabela 4), a cultivar Trebol possui correlação altamente significativa entre índice de acamamento e altura de plantas e também para índice de acamamento e número de cápsulas por planta; e significativa entre índice de acamamento e número de cápsulas por planta. Para a cultivar K3 também foram observadas correlações significativas entre índice de acamamento e altura de plantas e entre índice de acamamento e número de cápsulas por planta, correlações altamente significativas entre altura de plantas e número de capsulas por planta e entre altura de plantas e número de sementes por capsula, além da correlação altamente significativa também entre número de capsulas por planta e número de sementes por capsula (Tabela 4). Essas correlações corroboram com os resultados observados na Tabela 3, no qual as características agronômicas são mais evidentes em diferenciar os tratamentos quando se verifica a características de qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 4. Coeficiente de correlação fenotípica de Pearson para as cultivares de gergelim Trebol e K3, produzidas em diferentes populações, 2024.

Table 4. “Pearson's phenotypic correlation coefficient for the sesame cultivars Trebol and K3, produced in different populations, 2024.”

Trebol					
	Ia	Ap	Ins	Ncap	Scap
Ia	1,000				
Ap	0,948**	1,000			
Ins	0,629*	0,660 ^{ns}	1,000		
Ncap	0,603**	0,519**	-0,097**	1,000	
Scap	-0,005**	0,184**	-0,083*	0,363**	1,000
K3					
	Ia	Ap	Ins	Ncap	Scap
Ia	1,000				
Ap	0,852*	1,000			
Ins	-0,859 ^{ns}	-0,989 ^{ns}	1,000		
Ncap	0,856*	0,973**	-0,962 ^{ns}	1,000	
Scap	0,726*	0,927**	-0,917 ^{ns}	0,817**	1,000

Teste t = *- significativo a 5% de probabilidade; ** - significativo a 1% de probabilidade; ns – não significativo; (Ia) = índice de acamamento; (Ap) = altura de planta; (Ins) = altura de inserção da cápsula; (Ncap) = número de cápsulas por planta; (Scap) = número de sementes por cápsula.

A partir das correlações fenotípicas, foram realizadas as análises de trilha para avaliar os efeitos diretos e indiretos das estimativas de coeficientes de trilha (Tabelas 5 e 6). O maior efeito direto sobre a produção foi atribuído ao índice de acamamento, com valor de 1,249, com a mesma tendência no efeito total, indicando que plantas mais produtivas são também mais suscetíveis ao acamamento. Isso também pode ser confirmado pelo maior efeito indireto pela altura de plantas, a qual possui relação inversa (negativa) com a produtividade, demonstrando que a produção da cultivar

Trebol é reduzida se há aumento na altura das plantas, e isso indiretamente colabora para que os índices de acamamento se tornem maiores, comprovando assim o efeito dessa variável sobre a produção (Tabela 4).

Tabela 5. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos coeficientes de trilha através de correlações genotípicas sobre o caráter produtividade (Prod) como variável dependente principal e os caracteres medidos nas plantas e o acamamento como variáveis independentes explicativas na cultivar de gergelim Trebol.

Table 5. Estimate of the direct and indirect effects of path coefficients through genotypic correlations on yield (Prod) as the main dependent variable, with plant traits and lodging as explanatory independent variables in the sesame cultivar Trebol.

Caracteres	Associação	CT		Caracteres	Associação	CT	
		ED	EI			ED	EI
Ia	ED sobre Prod	1,249		Ncap	ED sobre Prod	-0,062	
	EI via Ap		-0,349		EI via Ia		0,753
	EI via Ins		0,123		EI via Ap		-0,191
	EI via Ncap		-0,037		EI via Ins		-0,019
	Ei via Scap		-0,001		Ei via Scap		0,059
Ap	Total (ED+EI)	0,985		Scap	Total (ED+EI)	0,540	
	ED sobre Prod	-0,368			ED sobre Prod	0,164	
	EI via Ia		1,184		EI via Ia		-0,006
	EI via Ins		0,129		EI via Ap		-0,068
	EI via Ncap		-0,032		EI via Ins		-0,016
Ins	Ei via Scap		0,030		Ei via Ncap		-0,022
	Total (ED+EI)	0,943			Total (ED+EI)	0,052	
	ED sobre Prod	0,195					
	EI via Ia		0,786				
	EI via Ap		-0,243				
	EI via Ncap		0,006				
	Ei via Scap		-0,014				
	Total (ED+EI)	0,731					
	Coefficiente de determinação:				0,999		
	Efeito da variável residual:				0,004		

CT = Coeficiente de trilha; ED = efeito direto; EI = efeito indireto; (Ia) = índice de acamamento; (Ap) = altura de planta; (Ins) = altura de inserção da cápsula; (Ncap) = número de cápsulas por planta; (Scap) = número de sementes por cápsula.

O índice de acamamento foi a variável com maior importância para definição da produtividade da cultivar Trebol, tanto pelos efeitos diretos quanto indiretos, principalmente via altura de plantas. Para as demais variáveis, observa-se que a de menor relevância para produção do gergelim considerando os efeitos diretos é o número de cápsulas por planta. Outra informação relevante está relacionada com os efeitos indiretos observados para a altura de inserção da primeira cápsula e no número de sementes por cápsula, uma vez que essas variáveis têm relações de maior contribuição via índice de acamamento.

O valor do coeficiente de determinação demonstra que toda a variação da produção é explicada pelas variáveis selecionadas para compor o modelo, sendo relevante considerar o índice de acamamento e a altura de plantas para melhorar a produção do gergelim cultivar Trebol.

A decomposição dos efeitos totais observados na análise de trilha para a cultivar de gergelim K3 indica que quatro das cinco variáveis incluídas no modelo possuem

relação positiva com a produção, ao passo que apenas a altura de inserção da primeira cápsula influência de forma negativa essa variável (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos coeficientes de trilha através de correlações genotípicas sobre o caráter produtividade (Prod) como variável dependente principal e os caracteres medidos nas plantas e o acamamento como variáveis independentes explicativas na cultivar de gergelim K3.

Table 6. Estimate of the direct and indirect effects of path coefficients through genotypic correlations on yield (Prod) as the main dependent variable, with plant traits and lodging as explanatory independent variables in the sesame cultivar K3.

Caracteres	Associação	CT		Caracteres	Associação	CT	
		ED	EI			ED	EI
Ia	ED sobre Prod	0,516		Ncap	ED sobre Prod	-4,675	
	EI via Ap		6,791		EI via Ia		0,442
	EI via Ins		0,105		EI via Ap		7,759
	EI via Ncap		-4,003		EI via Ins		0,117
	Ei via Scap		-2,432		Ei via Scap		-2,737
	Total (ED+EI)	0,976			Total (ED+EI)	0,906	
Ap	ED sobre Prod	7,974		Scap	ED sobre Prod	-3,349	
	EI via Ia		0,439		EI via Ia		0,375
	EI via Ins		0,121		EI via Ap		7,395
	EI via Ncap		-4,549		EI via Ins		0,112
	Ei via Scap		-3,106		Ei via Ncap		-3,820
	Total (ED+EI)	0,879			Total (ED+EI)	0,712	
Ins	ED sobre Prod	-0,122					
	EI via Ia		-0,443				
	EI via Ap		-7,886				
	EI via Ncap		4,497				
	Ei via Scap		3,069				
	Total (ED+EI)	-0,884					
Coeficiente de determinação:		1,003					
Efeito da variável residual:		-					

CT = Coeficiente de trilha; ED = efeito direto; EI = efeito indireto; (Ia) = índice de acamamento; (Ap) = altura de planta; (Ins) = altura de inserção da cápsula; (Ncap) = número de cápsulas por planta; (Scap) = número de sementes por cápsula.

A altura de plantas foi a variável com maior efeito direto sobre a produção (7,974), com plantas mais altas resultando em plantas mais produtivas. É notável ainda que essa variável possui valores muito elevados quando se consideram seus efeitos indiretos via demais variáveis explicativas, tal como ocorre no número de cápsulas por planta e no número de sementes por cápsula, as quais apresentam forte influência positiva na produtividade de forma indireta pela altura de plantas.

De forma isolada e pelos valores de efeitos diretos observados, a altura de inserção da cápsula, o número de cápsulas por plantas e o número de sementes por cápsula reduzem a produção da cultivar K3, porém seus efeitos indiretos compensam parcialmente suas influências negativas, especialmente por meio de suas interações com outras variáveis, como a altura de plantas. Mesmo que provoque diretamente redução na produção, a altura de inserção é o caractere que possui menor influência dentro do modelo explicativo, divergindo do resultado apresentado para a cultivar Trebol.

Os resultados da análise de trilha demonstram que a produção da cultivar K3 foi fortemente influenciada pela altura das plantas, embora esteja compensada por

alguns efeitos indiretos negativos via outras variáveis relacionadas às cápsulas. Já a cultivar Trebol apresentou uma influência mais balanceada das variáveis, com o índice de acamamento exercendo um efeito direto e indireto muito forte sobre a produtividade desta cultivar, representando uma informação valiosa para seleção de materiais.

A altura de inserção da cápsula exerceu influência negativa em ambas as cultivares, no entanto, seu impacto foi mais pronunciado na cultivar K3, podendo afetar negativamente a produção caso não seja controlada adequadamente. Considerando essas diferenças, a cultivar K3 pode ser mais adequada para ambientes que favoreçam o desenvolvimento de plantas mais altas, ao passo que a cultivar Trebol, apresentando múltiplas variáveis que contribuem de forma equilibrada para a produção de gergelim, parece ser uma escolha mais estável e adaptada para mais ambientes.

CONCLUSÃO

As populações de 323, 529 e 416 plantas por parcela para a cultivar K3 e de 298, 574 e 754 plantas por parcela para a cultivar Trebol afetam as características dos cultivares de gergelim. Para as condições experimentais, o espaçamento de 0,80 m entre linhas, tem evidência de maior produtividade.

CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR

Conceitualização, metodologia e análise formal, Andréa dos Santos Oliveira; software e validação, Fernando André Silva Santos; investigação, Cláudio das Neves Vieira Bárbara e Pablo Muniz da Cruz; recursos e curadoria de dados, Tanismare Tatiana de Almeida; redação - preparação do rascunho original, Pablo Muniz da Cruz; redação - revisão e edição, Tanismare Tatiana de Almeida e Andréa dos Santos Oliveira; visualização, Tanismare Tatiana de Almeida e Andréa dos Santos Oliveira; supervisão, Cláudio das Neves Vieira Bárbara e Pablo Muniz da Cruz; administração do projeto, Tanismare Tatiana de Almeida; obtenção de financiamento, Tanismare Tatiana de Almeida. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso

DECLARAÇÃO DO CONSELHO DE REVISÃO INSTITUCIONAL

Não aplicável a estudos que não envolvam humanos ou animais.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Não aplicável porque este estudo não envolveu humanos.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados podem ser disponibilizados mediante solicitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio a Pesquisa de Mato Grosso – FAPEMAT pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas, permitindo a viabilização da pesquisa.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse relacionados à publicação deste artigo

EDITORES

Informação a ser preenchida pela equipe editorial

REFERÊNCIAS

- BRASIL. 2009. Regras Para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasilia: Secretaria de Defesa Agropecuária.
- CONAB. 2024. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasilia: Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 19 ago. 2024
- CRUZ CD. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy* 35:271–276.
- ALOBAIDY BSJ et al. 2023. Effect of plant distance and cultivation methods on the growth and yield of three sesame cultivars. *Bionatura* 8: 1–11.
- MAGUIRE JD. 1962. Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
- MORDOR INTELLIGENCE. 2024. Mercado de gergelim - Tamanho, Compartilhamento e Análise da Indústria. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/sesame-seeds-market>>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- PRAVALIKA B et al. 2024. Effect of planting geometry on the performance of sesame varieties. *International Journal of Research in Agronomy* 7: 27–30.
- ROY P & UMESHA C. 2023. Productivity of Sesame on Growth and Yield as Influenced by plant spacing and weed management practices. *International Journal of Environment and Climate Change* 13: 2268–2276.
- SILPA G et al. 2022. Performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under different plant population during summer season. *Crop Research* 57: 185–189.
- SILVA LF. 2020. Componentes de produção de duas cultivares de gergelim em diferentes configurações de plantio. TCC (Engenharia Agronômica). Areia: UFPB.