



Desempenho Agronômico Do Milho Em Função Do Espaçamento Entrelinhas E Estande De Plantas

Agronomic performance of corn as a function of line spacing and plant stand

Fernando Henrique Arriel, Ariel Muncio Compagnon^{1*}, Altamir Matias Pimenta Neto, Guilherme Santos Ventura, Pedro Henrique Martins Cintra

¹Instituto Federal Goiano Campus Ceres. Email: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

Info

Recebido: 16/04/2019

Publicado: 31/05/2019

DOI: 10.29247/2358-260X.2019v6i1.p34-48

ISSN: 2358-260X

Palavras-Chave

semeadura; produtividade; densidade populacional; Zea mays L.

Keywords:

seeding; productivity; population density. Zea mays L.

Resumo

A semeadura é uma das etapas que exigem maior perfeição em sua execução, pois pode comprometer a rentabilidade da atividade agrícola, aliada à escolha do arranjo de plantas para otimizar a produtividade de grãos. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência do espaçamento entrelinhas e estande de plantas sobre o desempenho agronômico na cultura do milho. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo dois espaçamentos entrelinhas (42,5 e 85,0 cm) e três densidades populacionais (50000, 55000 e 60000 plantas ha⁻¹), com 6 repetições. Avaliou-se: número médio de dias para a emergência, profundidade de semeadura, distribuição longitudinal, altura de plantas e de

inserção da 1^a espiga, diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro da espiga, massa e diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira e de fileiras por espiga, massa da espiga e de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade. Com o aumento da população, houve redução do número de dias para emergência, comprimento da espiga, massa da espiga e de grãos da espiga, e massa do sabugo. Com a redução do espaçamento obteve-se maiores porcentagens de espaçamento normal, maior diâmetro da espiga e do sabugo.

Abstract

The seeding is one of the stages that require greater perfection in its execution, since it can compromise the profitability of the agricultural activity, combined with the choice of the arrangement of plants to optimize grain yield. The objective of this work was to evaluate the influence of row spacing and plant stand on the agronomic performance of maize. A completely randomized design was used in a 2x3 factorial scheme, with two replications (42.5 and 85.0 cm) and three population densities (50000, 55000 and 60000 plants ha⁻¹), with 6 replications. The mean number of days for emergence, sowing depth, longitudinal distribution, plant height and 1st ear insertion, stem diameter, ear length and diameter, mass and diameter of the cob, number of grains per row And rows per ear, ear and grain mass per ear, a thousand grain mass, and productivity. With the increase in population, there was a reduction in the number of days for emergence, ear length, ear and cob mass, and cob mass. The reduction of spacing resulted in higher percentages of normal spacing, greater spike and cob diameter.

INTRODUÇÃO

O processo de semeadura é uma das etapas que exigem maior perfeição em sua execução, pois pode comprometer a rentabilidade da atividade agrícola, a mesma busca a adequada distribuição longitudinal das sementes no solo, aliada à correta profundidade de deposição das sementes para se obter estande correto e uniforme (Almeida et al., 2010). Ligado a isto, o arranjo espacial de plantas na cultura do milho tem sido discutidos com frequência, em função das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais e do surgimento de novos genótipos e técnicas de manejo para a cultura elevando o potencial produtivo (Kappes et al., 2011).

Produtores têm obtidos altas produtividades pela utilização de 55000 a 72000 plantas de milho por hectare, adotando-se espaçamentos entre 55 cm e 80 cm entrelinhas, porém o espaçamento entrelinhas adotado pela maioria dos produtores concentra-se entre 70,0 e 90,0 cm (Brito et al., 2014).

De modo geral, os resultados têm mostrado que a redução do espaçamento entrelinhas é o que tem contribuído mais para o aumento da produtividade (Lima et al., 2016). Segundo Uate (2013), a redução do espaçamento entre fileiras de 90,0 para 45,0 cm, combinada com a redução do número de plantas nas linhas, tem contribuído para o aumento da produtividade.

Fatores relacionados à fenologia da planta podem ou não ser influenciados pelo espaçamento e densidade do plantio. Em trabalho desenvolvido por Stacciarini et al. (2010), o diâmetro de colmo

foi influenciado tanto pelo espaçamento entrelinhas como pela população. Alvarez et al. (2006) relataram incremento na altura de planta e da primeira espiga com a redução do espaçamento entrelinhas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do espaçamento entrelinhas e estande de plantas sobre o desempenho agrônômico na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, localizada nas coordenadas geográficas 15°20'46'' S e longitude 49°35'50'' O, com altitude média de 561 metros, em solo de textura argilosa, com 52,3% de areia, 9,6% de silte, e 38,1% de argila, no ano agrícola de 2015/16. O delineamento experimental foi em esquema fatorial 2 x 3, sendo os tratamentos constituídos por dois espaçamentos entrelinhas (42,5 e 85,0 cm), combinando três estandes de plantas (50000, 55000 e 60000 plantas ha⁻¹), com seis repetições, totalizando 36 parcelas. Cada parcela ocupou uma área útil de 225 m², sendo 25 m de comprimento x 9 m de largura. Foi utilizado o Híbrido de milho Morgan 30A91.

Antes da semeadura, foi feito preparo convencional do solo, constituído de uma subsolagem (40 cm de profundidade), gradagem pesada e gradagem leve (nivelamento). Logo após, foi feita a semeadura, com semeadora-adubadora de precisão marca Jumil modelo JM2980 PD EX8, regulada para distribuir as devidas populações. Nas entrelinhas de 42,5 cm, foi distribuindo 415 Kg ha⁻¹

¹ de adubo (04-30-10), e no espaçamento de 85,0 cm, foi distribuindo 418 Kg ha⁻¹ de adubo NPK (04-30-10); a mesma foi tracionada por trator Valtra 1580 4x2 TDA, 106,6 kW (145 cv) de potência máxima no motor. Trabalhou-se com o trator na marcha 2ª M, com velocidade média de 5,0 km h⁻¹. Foi realizado controle químico de plantas daninhas com herbicida glifosato em pós-emergência, na dose de 5 L ha⁻¹.

Avaliou-se o número médio de dias para a emergência das plântulas de milho, com a contagem diária dessas plântulas emergidas, considerando-se qualquer parte plântulas visíveis sob o solo, até a estabilização, em quinze metros nas duas fileiras centrais de cada parcela, calculado de acordo com metodologia proposta por Edmond & Drapala (1958).

A profundidade de semeadura foi obtida após a passagem da semeadora-adubadora, coletando-se cinco amostras de 4 linhas de cada parcela. Com auxílio de um canivete cavou-se o solo até encontrar a semente e em seguida com o uso de uma régua graduada, mediu-se do nível do solo até a semente encontrada no sulco, realizando-se a média.

A distribuição longitudinal entre as plântulas na fileira de semeadura foi determinada mediante a mensuração da distância entre todas as plantas existentes numa faixa de 5 metros em 4 linhas de cada parcela, sendo o espaçamento entre plântulas medido com régua graduada, sendo os espaçamentos entre as plântulas analisados mediante classificação proposta por Kurachi et al. (1989).

Ao atingir a maturidade fisiológica (R6), foram determinadas as características de crescimento: altura de plantas (superfície do solo até a curvatura da folha bandeira); altura de inserção de espiga (superfície do solo até o ponto de inserção da espiga); e diâmetro do colmo (primeiro entrenó) em nove plantas de quatro linhas por parcela.

A colheita foi realizada manualmente, ao atingir umidade de grãos em torno de 12%, colhendo-se as espigas localizadas em 15 m de quatro linhas centrais de cada parcela. Determinou-se o comprimento da espiga (região basal até a extremidade apical de cada espiga), diâmetro da espiga (centro da espiga), massa do sabugo (pesagem dos sabugos secos), diâmetro do sabugo (centro do sabugo), número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga, massa da espiga (peso da espiga) e massa de grãos por espiga (pesagem dos grãos das espigas). Estas variáveis foram determinadas em 15 espigas por parcela, coletadas aleatoriamente. Também se determinou a massa de 1000 grãos e produtividade de grãos, que foram corrigidos para 13% de umidade.

Os resultados foram processados pelo programa Minitab[®] 16, em que se realizou análise descritiva para a determinação da média, mediana, amplitude, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose, para verificar o comportamento das variáveis estudadas. Os resultados foram submetidos a testes de normalidade, e as variáveis que apresentaram distribuição “não-normal” foram transformadas pelo método de Box-Cox pelo programa Minitab[®] 16.

Os resultados transformados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, a 5% de probabilidade. Quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com uso do programa Sisvar 4.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, é apresentada a análise descritiva dos componentes morfológicos e produtivos do milho sobre diferentes estandes e espaçamento entrelinhas.

Tabela 1 - Parâmetros de estatística descritiva para as variáveis analisadas.

Média	Mediana	A ¹	σ^2	CV ³	Cs ⁴	Ck ⁵	DN ⁶
		Profundidade de semeadura (cm)					
4,89	5,00	2,00	0,51	10,43	-0,62	-0,49	Não
		Número médio de dias para emergência (dias)					
6,34	6,35	1,70	0,35	5,59	0,20	0,28	Sim
		Espaçamento normal (%)					
66,87	67,59	21,48	4,43	6,63	0,34	1,09	Sim
		Espaçamento falho (%)					
24,49	24,98	22,61	5,70	23,30	-0,29	-0,50	Sim
		Espaçamento duplo (%)					
6,77	6,35	9,93	2,35	34,75	0,51	-0,41	Sim
		Altura de plantas (m)					
2,10	2,14	0,51	0,14	6,96	-0,35	-1,13	Sim
		Altura de inserção da 1ª espiga (m)					
1,08	1,11	0,39	0,10	9,76	-0,69	-0,31	Não
		Diâmetro do colmo (mm)					
21,27	21,29	5,65	1,14	5,37	0,15	1,03	Sim
		Diâmetro da espiga (mm)					
48,06	48,11	6,24	1,24	2,59	-0,60	1,50	Sim
		Comprimento da espiga (cm)					
16,19	16,22	3,06	0,65	4,04	-0,20	0,74	Sim
		Massa da espiga (g)					
208,07	208,90	89,20	18,58	8,93	-0,50	0,75	Sim
		Massa de grãos da espiga (g)					
178,80	179,57	78,87	16,45	9,20	-0,49	0,84	Sim
		Número de fileiras					
16,81	16,73	2,00	0,57	3,41	-0,01	-0,82	Sim
		Número de grãos por fileira					
38,98	39,03	8,66	1,71	4,39	-0,07	0,70	Sim
		Diâmetro do sabugo (mm)					
27,93	27,97	2,51	0,63	2,29	-0,38	-0,70	Sim
		Massa do sabugo (g)					
29,19	29,00	14,53	3,01	10,33	-0,10	0,41	Sim
		Produtividade (kg ha ⁻¹)					
7322,00	7270,00	6517,00	1117,00	15,26	-0,40	3,48	Sim
		Massa de Mil grãos (g)					
283,56	284,00	88,00	17,75	6,26	-1,39	2,80	Não

¹A: amplitude; ² σ : desvio padrão; ³CV: coeficiente de variação (%); ⁴Cs: coeficiente de assimetria; ⁵Ck: coeficiente de curtose; ⁶DN: distribuição normal.

Observa-se para todas as variáveis valores de baixa dispersão dos dados. Há uma elevada média e mediana próximos entre si, indicando amplitude e desvio padrão para as variáveis

espaçamento normal, falho e duplo, altura de plantas e de inserção da 1ª espiga, massa da espiga e de grãos da espiga, número de grãos por fileira, massa do sabugo e de mil grãos, e produtividade.

Analisando os valores do coeficiente de variação (CV), tem-se que as variáveis espaçamento falho e duplo apresentaram valores classificados como alto e muito alto, respectivamente enquanto que as demais variáveis apresentaram coeficientes de variação baixos e médios (Pimentel-Gomes, 2009).

As variáveis número médio de dias para emergência, espaçamento normal, falho, duplo, altura de plantas, diâmetro do colmo, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, massa da espiga, massa de grãos da espiga, número de fileiras,

número de grãos por fileira, diâmetro do sabugo, massa do sabugo, produtividade apresentaram distribuição normal. Esses resultados são confirmados pelos valores coeficiente de assimetria e curtose mais próximos de zero, quando a distribuição é normal. Há ausência de normalidade para profundidade de semeadura, altura de inserção da 1ª espiga, massa de mil grãos.

Na Tabela 2 tem-se a análise de variância e teste de médias para profundidade de semeadura, número médio de dias para emergência e distribuição longitudinal (espaçamentos normais). Observa-se que a profundidade de semeadura não foi influenciada pelos tratamentos, apresentando média de 4,9 cm.

Tabela 2 - Análise de variância e teste de médias para profundidade de semeadura, número médio de dias para emergência (NDE) e distribuição longitudinal (espaçamento normal).

Fatores	Profundidade semeadura (cm)	NDE (dias) ⁽¹⁾	Espaçamento normal (%)
Espaçamento entrelinhas (E)			
42,5 cm	4,78 a	6,25 a	68,87 a
85,0 cm	4,98 a	6,43 a	64,87 b
Estande de plantas (P)			
50000 plantas ha ⁻¹	4,99 a	6,55 a	68,50 a
55000 plantas ha ⁻¹	4,75 a	6,29 b	65,19 a
60000 plantas ha ⁻¹	4,92 a	6,18 b	66,92 a
Teste de F			
E	1,241 ^{ns}	2,726 ^{ns}	10,209*
P	0,666 ^{ns}	4,284*	2,334 ^{ns}
E x P	0,318 ^{ns}	0,842 ^{ns}	2,017 ^{ns}
CV (%)	10,70	5,09	5,60

⁽¹⁾: Número médio de dias para emergência. Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

A profundidade de semeadura está condicionada aos fatores temperatura do solo, umidade e tipo de solo. Assim, as sementes devem ser colocadas numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. A maior ou menor profundidade de semeadura vai

depender do tipo de solo, sendo que, em solos mais argilosos, com drenagem deficiente ou com fatores que dificultam o alongamento do mesocótilo, dificultando a emergência de plântulas, as sementes devem ser colocadas entre 3 e 5 cm de profundidade e tem em média 10 dias para

emergência (Cruz et al. 2010).

Para o número médio de dias para emergência (NDE), a população de 50000 plantas ha⁻¹ foi inferior às demais populações, apresentando 6,55 dias para emergência. Para as demais populações, não houve diferença, assim como o espaçamento entrelinhas.

A fonte para a variação do NDE pode ter diversas causas, dentre estas a utilização de sementes com baixo poder germinativo, variabilidade no tamanho e forma, baixa temperatura, umidade deficiente, além das velocidades excessivas do trator durante a semeadura (Schenatto et al., 2012). Segundo Sangoi & Silva (2006), variações na profundidade de semeadura ocasionam diferenças na época de emergência das plântulas, onde sementes depositadas mais profundamente possuem geralmente emergência mais lenta do que aquelas colocadas mais próximas da superfície, sob condições favoráveis de umidade no solo. Para Pereira Filho et al. (2011) a emergência desuniforme pode ser causada por uma distribuição irregular de resíduos na superfície do solo, desuniformidade esta do micro relevo.

Para distribuição longitudinal (espaçamentos normais) pode se notar que o espaçamento de 42,5 cm apresentou maiores porcentagem de espaçamento normal, sendo 68,87%, contra 64,87% no espaçamento de 85,0 cm, evidenciando assim que quando se distribui menos semente por metro, a velocidade periférica do disco é menor, melhorando a distribuição. O estande de plantas não influenciou na porcentagem de espaçamentos

normal.

O aumento de densidade de sementes a serem distribuídas por metro requer um aumento de velocidade periférica dos discos dosadores, portanto, interferências causadas na distribuição longitudinal, podem ser avaliadas pela variação da velocidade periférica do disco dosador de sementes, e ainda pela conformação do tubo condutor utilizado (Carpes, 2014).

Ao estudarem a distribuição longitudinal de plantas de milho em 48 propriedades agrícolas, Schimandero et al. (2006) concluíram que o processo de semeadura é eficiente quanto ao número de plantas por área; porém, há grande variabilidade na distribuição de plantas na linha de semeadura.

Correia et al. (2014) descrevem que a operação de semeadura deve ser realizada visando homogeneidade de espaços entre as sementes, evitando-se falhas e duplas.

Na cultura do milho, não há compensação da falta de plantas por perfilhamento ou produção de floradas; sendo assim, a atividade deve receber atenção especial, de forma a assegurar uma população uniforme, com chances de alcançar o potencial produtivo e a rentabilidade (Embrapa, 2012).

Para espaçamento falho e duplo, houve interação entre os fatores, e os resultados foram desdobrados (Tabela 3). Para o efeito do estande de plantas dentro do espaçamento entrelinhas, as populações de 50000 e 55000 plantas ha⁻¹ apresentaram menores porcentagens de espaçamentos falhos nas entrelinhas de 85,0 cm,

sendo 30,64% e 26,14%, respectivamente. Para 60000 plantas ha⁻¹, não se observa diferença entre os espaçamentos, porém esta população foi a que apresentou maiores porcentagem de espaçamento falho para 42,5 cm entrelinha, diferindo das demais.

Tabela 3 - Desdobramento da interação entre os fatores espaçamento entrelinhas e densidade para as variáveis espaçamento falho e duplo.

Estande de plantas	Espaçamento entrelinhas	
	42,5 cm	85,0 cm
	Espaçamento Falho (%)	
50000 plantas ha ⁻¹	20,78 B b	30,64 A a
55000 plantas ha ⁻¹	16,38 B c	26,14 A b
60000 plantas ha ⁻¹	26,67 A a	26,36 A b
	Espaçamento Duplo (%)	
50000 plantas ha ⁻¹	6,97 A a	4,59 B b
55000 plantas ha ⁻¹	6,45 B a	9,50 A a
60000 plantas ha ⁻¹	5,00 B a	8,10 A a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando se observa o desdobramento do espaçamento de 42,5 cm dentro da população, tem-se que todas as populações trabalhadas se diferiram, sendo que 60000 plantas ha⁻¹ apresentou maiores porcentagens de espaçamento falho (26,67%), 55000 plantas ha⁻¹ apresentou valores mais baixos (16,38%), e 50000 plantas ha⁻¹ apresentou valores intermediários (16,38%). Para 85,0 cm, a menor população apresentou os maiores valores de espaçamento falho (30,64%), as demais populações não diferiram entre si.

Os espaçamentos falhos podem ter as mais diversas causas, como: pressão imprópria no sistema pneumático, tratamento de sementes com elevada abrasividade, posicionamento das sementes dentro do sulco, ataque de pragas,

umidade do solo, umidade do solo inadequada para semeadura, e abertura e fechamento do sulco (Weirich Neto et al., 2015).

Para espaçamento duplo, na população de 50000 plantas ha⁻¹, o espaçamento de 42,5 cm apresentou as maiores porcentagens, sendo 6,97%. O efeito inverso é observado com o aumento da população, sendo que para 55000 plantas ha⁻¹ no espaçamento de 85,0 cm apresentou 9,50%, contra 6,45% no 42,5 cm. O mesmo comportamento é observado com o aumento da população para 60000 plantas ha⁻¹ no espaçamento de 85,0 cm, sendo 8,10%, porém para 42,5 cm têm-se as menores porcentagens de espaçamento duplo (5,00%).

No espaçamento de 42,5 cm não foi observado efeito da população. Porém, para 85,0 cm, a população de 50000 plantas ha⁻¹ se diferenciou das demais, apresentando as menores porcentagens de espaçamento duplo (4,59%).

Para as variáveis alturas de plantas (m), altura de inserção 1ª espiga (m) e diâmetro do colmo (mm) houve efeito para a interação espaçamento entrelinhas e população e os resultados estão desdobrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre os fatores espaçamento entrelinhas e densidade populacional para as variáveis altura de planta, altura de inserção da primeira e espiga e diâmetro do colmo.

Estande de plantas	Espaçamento entrelinhas	
	42,5 cm	85,0 cm
Altura de plantas (m)		
50000 plantas ha ⁻¹	2,19 A a	2,04 B a
55000 plantas ha ⁻¹	1,88 B b	2,14 A a
60000 plantas ha ⁻¹	2,17 A a	2,18 A a
Altura de inserção 1ª espiga (m)		
50000 plantas ha ⁻¹	1,15 A a	1,01 B b
55000 plantas ha ⁻¹	0,92 B b	1,13 A a
60000 plantas ha ⁻¹	1,14 A a	1,14 A a
Diâmetro do colmo (mm)		
50000 plantas ha ⁻¹	20,97 B a	22,10 A a
55000 plantas ha ⁻¹	19,98 B b	22,65 A a
60000 plantas ha ⁻¹	21,22 A a	20,69 A b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para altura de plantas (Tabela 4) verifica-se o efeito da população dentro do espaçamento das entrelinhas, no qual a população de 50000 plantas ha⁻¹ apresentou plantas mais altas para o espaçamento de 42,5 cm entrelinhas (2,19 m). Para 55000 plantas ha⁻¹ observa-se efeito contrário, sendo que 42,5 cm apresentou altura de 1,88 m, contra 2,14 m para 85,0 cm. Já a população de

60000 plantas ha⁻¹ não diferenciou na altura das plantas entre os dois espaçamentos trabalhados.

Estes resultados diferem dos encontrados por Nascimento & Campos (2014), que notaram uma superioridade do espaçamento de 45,0 cm diante ao de 90,0 cm para a altura de plantas.

Modolo et al. (2010) também obtiveram maior altura de plantas no espaçamento de 90,0 cm entrelinhas, enquanto os menores valores para

altura de plantas foram obtidos nos espaçamentos de 45,0 e 70,0 cm, concordando com os dados encontrados para a população de 55000 plantas ha⁻¹. Ao mesmo tempo em que Calonego et al. (2011) estudando os espaçamentos de 45,0 e 90,0 cm entrelinhas, não obtiveram resposta significativa para altura de plantas.

A explicação para esse comportamento parece estar ligada à competição por luz. O aumento do espaçamento entrelinhas, com população fixa, favorece a competição por luz, assim podendo ocorrer modificações no desenvolvimento das plantas, como maior alongação do colmo, folhas mais compridas e finas e perdas de raízes. Porém, em espaçamentos reduzidos, há menor competição em função da melhor distribuição das plantas na área (Lima et al., 2016).

Ao observar o efeito do espaçamento de 42,5 cm dentro da população (Tabela 4), nota-se que as populações das extremidades apresentam alturas de plantas iguais, sendo 2,19 m e 2,17 m, respectivamente. Porém, a população intermediária apresentou os menores valores de altura de planta. Para 85,0 cm não houve alteração nas alturas de planta com o aumento da população.

Ao estudar a produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional, Silva et al. (2014) notaram que a altura de plantas e a altura de inserção da espiga foram influenciadas pelo espaçamento e pela população de plantas, sendo que, a menor população trabalhada (40000 plantas ha⁻¹) apresentou redução na altura de inserção da espiga em relação às maiores

populações. Os autores citam ainda que para altura de plantas, os maiores valores foram obtidos com a população de 80000 plantas ha⁻¹.

Estudando caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional, Stacciarini et al. (2010) relataram que a altura de plantas e altura de inserção de espiga não foram influenciadas pelos tratamentos ou sua interação.

Para altura de inserção da 1^a espiga (Tabela 4), o estande de 50000 plantas ha⁻¹ apresentou maiores alturas para o espaçamento de 42,5 cm (1,15 m). Já para 55000 plantas ha⁻¹ obteve-se efeito inverso, no qual o espaçamento de 85,0 cm apresentou as maiores alturas (1,13 m). Com o aumento da população para 60000 plantas ha⁻¹, não se observou efeito do espaçamento.

Para o espaçamento de 42,5 cm dentro do estande de plantas, observou-se o mesmo comportamento que a variável altura de plantas. Para 85,0 cm, o menor estande de plantas se diferenciou dos demais, apresentando a menor altura de inserção (1,01 m). Para Lana et al. (2009), o milho semeado em espaçamento de 45,0 cm apresenta redução na altura de plantas e altura de inserção da 1^a espiga.

Ao estudarem população, arranjo uniforme e a competição intraespecífica em milho, Brachtvogel et al. (2012) notaram uma elevação na altura de inserção de espigas com o aumento da população de plantas.

Para o diâmetro do colmo (Tabela 4) nota-se que as populações de 50000 e 55000 plantas ha⁻¹ apresentaram maiores valores para os

espaçamentos de 85,0 cm, com 22,10 mm e 22,65 mm, respectivamente. A população de 60000 plantas ha⁻¹ não apresentou variações nos diâmetros com o aumento do espaçamento entrelinhas. Quando se observa o espaçamento dentro da população, para o espaçamento de 42,5 cm, 55000 plantas ha⁻¹ se diferenciou das demais, assim como 60000 plantas ha⁻¹ para 85,0 cm entrelinhas, apresentando os menores diâmetros de colmo, confirmando os resultados encontrados por Brachtvogel et al. (2012), que relatam haver decréscimo do diâmetro do colmo à medida que se aumentou a população de plantas.

Kappes et al. (2011) estudando o arranjo espacial das plantas no cultivo de milho, relataram

que o diâmetro de colmo foi influenciado pelos espaçamentos e populações, porém, sem interação significativa entre esses fatores.

Na Tabela 5 é mostrada a análise de variância e teste de médias para as variáveis comprimento espiga, massa da espiga e massa de grãos da espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do sabugo e massa do sabugo. Para as variáveis comprimento da espiga, massa da espiga e massa de grão da espiga não foi observado diferença para os espaçamentos de 42,5 cm e 85,0 cm. Silva et al. (2014), trabalhando com dois espaçamentos (45,0 e 90,0 cm) encontraram maiores valores de comprimento da espiga para o espaçamento de 45,0 cm.

Tabela 5 - Análise de variância e teste de médias para as variáveis comprimento da espiga, massa da espiga e massa de grãos da espiga, número de fileiras e de grãos por fileira, e massa do sabugo.

Fatores	Comp. espiga (cm)	Massa da espiga (g)	Massa grãos espiga (g)	Nº de fileiras	Nº grãos por fileira	Massa sabugo (mm)
Espaçamento entrelinhas (E)						
42,5 cm	16,32 a	211,71 a	182,54 a	16,85 a	39,12 a	29,78 a
85,0 cm	16,05 a	204,43 a	175,04 a	16,77 a	38,83 a	28,61 a
Estande de plantas (P)						
50000 plantas ha ⁻¹	16,45 a	217,98 a	187,11 a	16,95 a	39,77 a	30,83 a
55000 plantas ha ⁻¹	16,28 a	209,26 a	180,10 a	16,74 a	39,00 a	29,26 a
60000 plantas ha ⁻¹	15,84 b	196,97 b	169,17 b	16,73 a	38,15 a	27,49 b
Teste de F						
E	1,901 ^{ns}	1,848 ^{ns}	2,517 ^{ns}	0,186 ^{ns}	0,308 ^{ns}	1,801 ^{ns}
P	3,583*	5,191*	4,880*	0,587 ^{ns}	3,326 ^{ns}	4,923*
E x P	2,649 ^{ns}	2,326 ^{ns}	2,415 ^{ns}	2,238 ^{ns}	3,133 ^{ns}	2,587 ^{ns}
CV (%)	3,58	7,71	7,93	3,37	3,95	8,93

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Quando se observa as populações trabalhadas (Tabela 5), 50000 e 55000 plantas ha⁻¹ apresentam os maiores valores para comprimento da espiga, massa da espiga e massa de grão da espiga, diferenciando-se de 60000 plantas ha⁻¹, a qual

apresenta os menores valores para todas as variáveis.

Menores médias de comprimento de espiga também foram obtidas por Stacciarini et al. (2010) com o aumento da densidade populacional (75000 para 90000 plantas ha⁻¹). Independentemente do

espaçamento entrelinhas utilizado, o aumento da densidade de semeadura tende a reduzir o tamanho das espigas, diminuindo também seu índice por planta. Por outro lado, ocorre compensação na produção pelo aumento do número de plantas e, conseqüentemente, aumento no número de espigas por unidade de área (Marchão et al., 2005).

Na Tabela 5, não se observa diferença entre os espaçamentos trabalhados para as variáveis número de fileiras, número de grãos por fileira e

massa do sabugo. Para o estande de plantas, o número de fileiras e o número de grãos por fileira teve o mesmo comportamento, não apresentando diferença para nenhuma das variáveis. Para massa do sabugo, a maior população se diferencia das demais, apresentando menores pesos.

Na Tabela 6 tem-se o desdobramento da interação entre os fatores espaçamento entrelinhas e densidade populacional para a variável diâmetro da espiga.

Tabela 6 - Desdobramento da interação entre os fatores espaçamento entrelinhas e densidade populacional para a variável diâmetro da espiga.

Estande de plantas	Espaçamento entrelinhas	
	42,5 cm	85,0 cm
50000 plantas ha ⁻¹	48,09 A a	49,03 A a
55000 plantas ha ⁻¹	48,68 A a	47,25 B b
60000 plantas ha ⁻¹	48,28 A a	47,03 A b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A densidade de 55000 plantas ha⁻¹ apresentou os maiores diâmetros da espiga para o espaçamento de 42,5 cm (Tabela 7). Para 85,0 cm, o maior diâmetro ocorreu para 50000 plantas ha⁻¹. Silva et al. (2014), ao estudar três densidades (40000, 60000 e 80000 plantas ha⁻¹), nos espaçamentos entrelinhas

de 45,0 e 90,0 cm, e dois híbridos de milho, verificaram que o diâmetro da espiga não foi influenciado pelo espaçamento. Este fato também foi observado por Gilo et al. (2011), que estudaram os mesmos espaçamentos, não havendo interação entre os fatores para essa característica.

Tabela 7 - Desdobramento da interação entre os fatores espaçamento de entrelinhas e população para a variável diâmetro do sabugo.

Estande de plantas	Espaçamento entrelinhas	
	42,5 cm	85,0 cm
50000 plantas ha ⁻¹	27,76 A a	28,38 A a
55000 plantas ha ⁻¹	28,08 A a	27,56 A b
60000 plantas ha ⁻¹	28,25 A a	27,58 A b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Marchão et al. (2005), trabalhando com espaçamento e densidade em híbridos, relatam que dentre os caracteres avaliados nas espigas, somente o número de fileiras de grãos não variou em função da densidade de plantas. Para os demais, como comprimento e diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos, os mesmos observaram ainda que houve redução dos seus valores médios com o incremento da densidade de plantas.

A variável diâmetro do sabugo foi influenciada pela interação entre os tratamentos, sendo os resultados desdobrados na Tabela 7, na qual não foi observada interação da população dentro dos espaçamentos entrelinhas trabalhados para o

diâmetro do sabugo. Ao observar o efeito inverso, o espaçamento de 42,5 cm não sofreu influência da população. Porém, para o espaçamento de 85,0 cm, a população de 50000 plantas ha⁻¹ apresentou os maiores diâmetros, se diferenciando das demais. Em trabalho realizado por Kappes et al. (2011), o diâmetro de sabugo não foi afetado pela alteração no espaçamento e pela interação entre os fatores espaçamento e população de plantas.

Na Tabela 8 nota-se que o espaçamento entrelinhas e as densidade populacionais trabalhadas não influenciaram na massa de mil grãos e produtividade. Houve um baixo coeficiente de variação, sendo 6,26% e 15,87%, respectivamente.

Tabela 8 - Análise de variância e teste de médias para produtividade e massa de mil grãos.

Fatores	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de Mil grãos (g)
Espaçamento entrelinhas (E)		
42,5 cm	7562,51 a	284,66 a
85,0 cm	7082,21 a	282,44 a
Estande de plantas (P)		
50000 plantas ha ⁻¹	7107,07 a	289,33 a
55000 plantas ha ⁻¹	7466,69 a	286,00 a
60000 plantas ha ⁻¹	7393,33 a	275,33 a
Teste de F		
E	1,537 ^{ns}	0,141 ^{ns}
P	0,321 ^{ns}	2,034 ^{ns}
E x P	0,079 ^{ns}	0,377 ^{ns}
CV (%)	15,87	6,26

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Farinelli et al. (2012) afirmam que mesmo nos casos em que a redução do espaçamento entrelinhas não resulte em acréscimo de produtividade, sua adoção limita, por sua vez, o desenvolvimento de plantas daninhas, diminuindo a competição com o milho em períodos críticos de crescimento.

CONCLUSÕES

Os espaçamentos entrelinhas (42,5 e 85,0 cm) e as densidades de plantas (50000, 55000 e 60000 plantas ha⁻¹) não influenciaram na profundidade de semeadura, número de fileiras e número de grãos por fileira.

Com o aumento da população, houve redução do número de dias para emergência, comprimento da espiga, massa da espiga e de grãos da espiga, e massa do sabugo.

Com a redução do espaçamento obteve-se maiores porcentagens de espaçamento normal, maior diâmetro da espiga e do sabugo.

O aumento da população de plantas e a redução do espaçamento das entrelinhas não resultou em incremento de produtividade.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano Campus Ceres, pelo apoio na realização do experimento, e concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, R. A. S.; Silva, C. A. T.; Silva, S. L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. *Agrarian*. 2010; v.3, n.7, p.63-70.

Alvarez, C. G. D.; Pinho, R. G. V.; Borges, I. D. Avaliação de características agrônômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciência e Agrotecnologia*. 2006; v.30, n.3, p.402-408.

Brachtvogel, E. L.; Pereira, F. R. S.; Cruz, S. C. S.; Abreu, M. L.; Bicudo, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* 2012; v. 6, n.1, p.75.

Brito, T. E.; Araújo, J. S.; Silva, A. V.; Faria, W. C.; Niens, R.; Araújo, O. M. Influência do arranjo espacial sobre as características agrônômicas do híbrido de milho para grão 2b707 pw. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS; Pouso Alegre ; 2014,. Disponível em:<<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpoa/jcpoa/paper/vie>

wFile/672/552>. Acesso em: 30 abr. 2017.

Calonego, J. C.; Poletto, L. C.; Domingues, F. N.; Tiritan, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. *Revista Agrarian*. 2011; v.4, n.12, p.84-90.

Carpes, D. P. Distribuição Longitudinal de sementes de milho e soja em função do Tubo Condutor, Mecanismo Dosador e Densidade de Semeadura [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

Correia, T. P. A.; Paludo, V.; Souza, S. F. G.; Baio, T. P.; Silva, P. R. A. Distribuição de sementes de soja com tecnologia rampflow no disco horizontal. In 4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu; Botucatu; 2015. Disponível em: <<http://www.assy.com.br/arquivos/downloads/1-791658-185559.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

Cruz, J. C.; Silva, G. H.; Pereira Filho, I. A.; Gontijo Neto, M. M.; Magalhães, P. C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2010; v.9, n.2, p.177-188.

Edmond, J. B.; Drapala, W. L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria. 1958; v.71, p.428-434.

EMBRAPA. Sistema de produção do milho, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicac>

- oes/milho_6_ed/plantio.htm>. Acesso em: 27 mar. 2017.
- Farinelli, R.; Penariol, F. G.; Fornasieri, D. F. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes Espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. *Científica*. 2012; v.40, n.1, p.21-27.
- Pereira Filho, I. A.; Alvarenga, R. C.; Gontijo Neto, M. M. *Cultivo do Milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 45p.
- Gilo, E. G.; Silva Junior, C. A.; Torres, F. E.; Nascimento, E. S.; Lourenção, A. S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Bioscience Journal*. 2011; v.27, p.908-914.
- Kappes, C.; Andrade, J. A. C.; ARF, O.; Oliveira, A. C.; Arf, M. V.; Ferreira, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2011; v.4, n.3, p.348-359.
- Kurachi, S. A. H.; Costa, J. A. S.; Bernardi, J. A.; Coelho, J. L. D.; Silveira, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*. 1989; v.48, n.2, p.249-262.
- Lana, M. C.; Woytichoski Júnior, P. P.; Braccini, A. L. Scapim, C. A.; Ávila, M. R.; Albrecht, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2009; v.31, n.3, p.433-438.
- Lima, S. F.; Alvarez, R. C. F.; Contardi, L. M. Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho. *Ambiência*. 2016 v.12 n.4 p.1027-1039.
- Marchão, R. L.; Brasil, E. M.; Duarte, J. B. Guimarães, C. M.; Gomes, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2005; v.35, n.2, p.93-10.
- Modolo, A. J.; Carnieletto, R.; Kolling, E. M.; Trogello, E.; Sgarbossa, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*. 2010; v.41, n.3, p.435-441.
- Nascimento, J. M.; Campos, M. H. A. Desempenho produtivo e características agronômicas do milho segunda safra cultivado em diferentes espaçamentos entre fileiras de plantio e populações em Aquidauana (MS). In: ENEPE UFGD; Dourados; 2010. Disponível em: <<https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/2341/2336>>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- Pimentel-Gomes, F. *Curso de estatística experimental*. 15ª ed. Piracicaba, FEALQ. 2009. 451p.
- Sangoi, L.; Silva, P. R. F. Densidade e arranjo populacional em milho. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- Schenatto, D. E.; Sangoi, L., Schimitt, A.; Vieira, J.; Mota, M. R.; Silva, L. M. M.; Giordani, W.; Boniatti, C. M.; Machado, G. C. Desuniformidade Temporal na Distribuição de Plantas na Linha de Semeadura e Rendimento de Grãos do Milho. In: XXIX Congresso nacional de milho e sorgo; Águas de Lindóia; 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/07318.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- Schimandero, A.; Weirich Neto, P. H.; Gimenez, L. M.; Colet, M. J.; Garbuió, P.W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zea mays* L.) na região dos Campos Gerais, Paraná. *Ciência Rural*. 2006; v.36, n.3, p.977-980.

- Silva, A. F.; Schoninger, E. L.; Caione, G.; Kuffel, C.; Carvalho, M. A. C.; 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*. 2014; v.13, n.2, p.162-173.
- Stacciarini, T. C. V.; Castro P. H. C.; Borges, M. A.; Guerin, H. F.; Moraes, P. A. C.; Gotardo, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*. 2010; v.57 n.4, p. 516-519.
- Uate, J. V. Épocas de semeadura do milho e distribuição espacial de plantas [Dissertação de Mestrado]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2013.
- Weirich Neto, P. H.; Fornari, A. J.; Justino, A.; Garcia, L. C. Qualidade na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*. 2015; v.35, n.1, p.171-179.