

Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no Maranhão

Carlos Ferreira de Lima¹, Emmanuel Arnhold^{2*}, Breno Luciano de Araujo¹,
Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira¹, Edvaldo Aguiar de Oliveira Junior¹

¹Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil

²Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: earnhold@pq.cnpq.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento agrônômico de híbridos modernos de milho em três densidades populacionais. O delineamento experimental foi o de bloco casualizados em esquema fatorial 2x3 com quatro repetições. Não ocorreu interação significativa entre híbridos e densidades para nenhum dos caracteres avaliados. Ocorreram diferenças significativas entre híbridos, exceto para o número de fileiras de grãos. O híbrido 2B707 apresentou maior altura, comprimento de espiga, número de grãos por fileira, peso médio de espiga e rendimento de grãos. O híbrido 2B710 supera o híbrido 2B707 no diâmetro da espiga e no peso de grão. Verificou-se que com aumento da densidade ocorreu diminuição significativa do comprimento da espiga, número de grãos por fileira e peso médio de espiga. Também ocorreu diminuição, porém não significativa, com o aumento da densidade, do número de fileiras e do peso de 100 grãos. A população ideal foi a de 55.000 plantas, onde o rendimento de grãos foi mais elevado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., população de plantas, rendimento de grãos

Evaluation of maize hybrids under three densities in the agricultural frontier in Maranhão State, Brazil

Abstract

The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of corn hybrids in three densities. The experimental design was randomized block in factorial 2x3 with four replications. No interaction between cultivars and density for any of the characters. Significant differences among hybrids, except for the number of rows of grain. The hybrid 2B707 showed greater height, ear length, number of kernels per row, ear weight and grain yield. The 2B710 hybrid overcomes 2B707 in ear diameter and grain weight. It was found that increasing the density a significant decrease in spike length, number of kernels per row and average ear weight. Also there was a decrease, but not significantly, with increasing density, the number of rows and weight of 100 grains. The ideal population was 55,000 plants where the yield was higher.

Key-word: *Zea mays* L., plant population, grain yield

Recebido: 19 Novembro 2010

Aceito: 15 Dezembro 2011

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família Gramineae, dentro da qual é a espécie que apresenta maior potencial produtivo (Sangoi, 2000). Pode ser cultivado praticamente em todas as regiões agrícolas do mundo, tendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (Fornasieri Filho, 2007).

É uma planta de metabolismo C4, que apresenta alta eficiência na utilização de luz e CO₂. Porém, é necessário maximizar a atividade fotossintética através da manipulação da arquitetura e/ou arranjo espacial das plantas, pois a produção de fotoassimilados é influenciada diretamente pela taxa de fotossíntese líquida (Vieira Jr., 1999). Além disso, os milhos atuais têm características de porte mais baixa, melhor arquitetura foliar e também possuem menor massa vegetal. Devido a essas características, esses materiais exercem menores índices de sombreamento e captam melhor a luz solar (Cruz et al., 2006). Isso possibilita um maior adensamento populacional.

Entretanto, o arranjo de plantas interage diretamente na competição intra-específica por fatores do meio. Assim, o desempenho dos híbridos modernos tende a ter forte interação com as condições ambientais e com o nível tecnológico adotado em cada propriedade (Emygdio & Teixeira, 2008).

Segundo Marchão et al. (2005), o rendimento de grãos de uma comunidade pode ser incrementado maximizando sua eficiência fotossintética que pode ser conseguida pela melhoria da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel, através do aumento populacional. Pois, as plantas de milho apresentam pequena adaptação morfológica frente às mudanças na população e arranjo espacial das plantas (Balbinot Jr. & Fleck, 2004). Dessa forma, a escolha adequada do arranjo de plantas pode favorecer a interceptação da radiação solar recebida pela cultura que está intimamente relacionada à produtividade de grãos (Muchow et al., 1990).

De acordo com Flesch & Vieira (1999), para cada sistema de produção de milho, existe uma população que maximiza a utilização dos recursos disponíveis, permitindo a expressão do rendimento de grãos máximo possível sobre esse ambiente. Entretanto, o efeito da densidade de plantas tem sido cada vez mais estudado para a cultura do milho, com o objetivo de se determinar a população ótima e arranjo entre plantas (Merotto Jr. et al., 1997; Almeida et al., 2000; Marchão et al., 2005; Cruz et al., 2007). Pois, com o surgimento de novos cultivares de milho, de ciclo mais curto, estatura reduzida, menor número de folhas e folhas mais eretas aumentou o potencial de resposta da cultura à densidade de plantas.

O manejo da densidade de plantas é uma das práticas culturais mais importantes para determinar o rendimento de grãos no milho, pois o estande, além de afetar a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influencia na produção e partição de fotoassimilados (Almeida & Sangoi, 1996). Dessa forma, o aumento da densidade de plantas de milho pode proporcionar, além do aumento da eficiência na utilização de luz, água e nutrientes, também aumenta o rendimento de grãos dado à melhor distribuição das plantas na área (Galvão & Miranda, 2004).

Entretanto, o número ideal de plantas por hectare é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intra-específica proporcionado pelas diferentes densidades de plantas (Silva et al., 1999). Assim, a identificação do arranjo de plantas que resulte em menor competição intra-específica permite melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para o crescimento e rendimento de grãos.

Além disso, a densidade populacional é a forma de manipulação do arranjo de plantas que tem maior efeito no rendimento de grãos de milho, já que pequenas alterações na população implicam modificações relativamente grandes no rendimento final (Silva et al., 2006).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento agrônomico de híbridos comerciais modernos em três densidades populacionais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e ambientais da Universidade Federal do Maranhão (latitude 3° 44' 28" S, longitude 43° 21' 02" W, altitude 110 m), em Latossolo amarelo distrófico, de textura fraco-arenosa, sob sistema de plantio convencional. O delineamento experimental utilizado foi o de bloco casualizados com os tratamentos em arranjo fatorial 2x3 com quatro repetições. Utilizou-se dois híbridos simples comerciais de milho (Tabela 1) em três densidades populacionais. As densidades de semeadura foram de 100 mil plantas ha⁻¹. Após o desbaste estabeleceu-se as populações aproximadas de 50 mil, 55 mil e 60 mil plantas ha⁻¹.

As sementes foram tratadas com o fungicida e inseticida CropStar (imidacloprido 15,0% + tiodicarbe 45,0%), na dose de 300 mL ha⁻¹ e a semeadura foi realizada, manualmente em sulcos espaçados 0,5 metros, no dia 27 de fevereiro de 2009. A adubação foi realizada, considerando-se uma expectativa de rendimento de grãos em torno de 6,0 a 8,0 Mg ha⁻¹, de acordo com a CFSEMG (1999). O desbaste ocorreu aos quatorze dias após a emergência (14 DAE) das plântulas. Decis 25 EC (deltametrina 2,5%), na dose de 50 mL ha⁻¹ juntamente com o fisiológico

Tabela 1. Características agrônômicas dos híbridos simples de milho avaliados em diferentes densidades populacionais em Chapadinha, MA.

Cultivar	Empresa	Ciclo	Cor do grão	Altura (m)	Densidade (plantas ha ⁻¹)#
2B707	Dow	Precoce	Alaranjada	2,30	60-65
2B710	Dow	Precoce	Amarelo-alaranjada	2,02	60-65

Densidade recomendada para época normal

Certero (triflumurom 48%), na dose de 30 mL ha⁻¹, com duas aplicações, sendo a primeira aplicação em pós-emergência inicial (20 DAE) e a segunda aos 30 DAE.

A unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de 4,0 m, espaçadas em 0,5 m, sendo consideradas como área útil da parcela as duas linhas centrais, desprezando-se as bordaduras. Dentro da área útil de cada unidade experimental foram escolhidas aleatoriamente dez plantas, nas quais se avaliou a altura da planta em metros (AP). Após a colheita, foram retiradas aleatoriamente dez espigas de cada unidade experimental para a tomada dos dados de comprimento da espiga em cm (CE), diâmetro da espiga em cm (DE), número de fileiras da espiga (NF), número de grãos por fileira da espiga (NGF) e o peso médio das dez espigas em grama (PME). Após a debulha das espigas, foram retiradas amostras para as determinações do peso de 100 grãos em grama (PCG) e umidade residual. E finalmente, foi avaliado o rendimento de grãos por parcela útil. Os dados referentes à pesagem dos grãos foram corrigidos

para a umidade padrão de 15% e o rendimento de grãos por parcela (RG) foi transformado em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguido do teste de tukey quando foi o caso, utilizando o software R (R Core Development Team, 2008).

Resultados e Discussão

Não ocorreu interação significativa entre híbridos e populações para nenhum dos caracteres avaliados, pelo teste F ao nível de 5% de significância (Tabela 2). Assim, os fatores foram analisados separadamente. Ocorreram diferenças significativas entre híbridos, exceto para o número de fileiras, e entre populações, exceto para altura de plantas, diâmetro de espiga, número de fileiras e peso de cem grãos. Os coeficientes de variação para os caracteres avaliados (Tabela 2) podem ser considerados médios e baixos pela classificação de Scapim et al. (1995), e são semelhantes aos encontrados por Marchão et al. (2005), Pereira et al. (2008). Isso indica uma boa precisão do experimento.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP, m), comprimento da espiga (CE, cm), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga (DE, cm), número de fileiras (NF), peso de 100 grãos (PCG, g), peso médio de espiga (PME, g) e rendimento de grãos por hectare (RG, kg ha⁻¹).

Fontes de variação	Variável							
	AP	CE	NGF	DE	NF	PCG	PME	RG
Híbridos	**	*	**	*	ns	**	*	**
Populações	Ns	*	*	Ns	ns	ns	*	**
Interação	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
CV (%) ¹	4,37	7,54	5,79	3,46	5,63	5,76	13,49	10,24
Média	1,77	15,86	31,09	4,89	16,18	32,37	209,21	7.789,50

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns não significativo pelo teste F; ¹ Coeficiente de variação.

A produtividade média (7.789,50 kg ha⁻¹) pode ser considerada satisfatória, pois a área de cultivo não possuía palhada e os produtores da região (tecnificados) obtêm produtividades em torno de 6.000 kg ha⁻¹.

Analisando as diferenças médias entre híbridos (Tabela 3), verifica-se que o híbrido 2B707 apresentou maior altura, comprimento de espiga, número de grãos por fileira, peso médio de espiga e rendimento de grãos. No entanto, o maior rendimento de grãos ocorreu devido ao maior peso de espiga que por sua vez foi maior devido à maior quantidade de grãos por fileira. Entretanto, Scheeren et al. (2004), avaliando o arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul,

concluíram que espigas maiores e mais pesadas não estão diretamente relacionadas com maiores produtividades.

O híbrido 2B710 supera o híbrido 2B707 no diâmetro da espiga, que é devido, pelo menos em parte, ao maior peso de grão (provavelmente devido ao maior tamanho do grão). No entanto, a vantagem em diâmetro do 2B710 não supera a vantagem em termos de quantidade de grãos do 2B707 para resultar em maior rendimento de grãos.

Analisando as diferenças médias entre populações (Tabela 4), verifica-se que, apesar de não significativa, ocorreu uma tendência de aumento da altura de planta com o aumento da densidade populacional. Resultados semelhantes,

(porém com diferenças significativas, foram verificados por Demétrio et al. (2008), Marchão et al. (2005), Merotto Jr. et al. (1997), Dourado Neto et al. (2003). Com o aumento da população ocorre diminuição significativa do comprimento da espiga, número de grãos por fileira e peso médio de espiga. Também ocorre diminuição, porém não significativa, com o aumento da

população, do número de fileiras e do peso de 100 grãos.

Apesar de espigas menores, pode-se compensar o rendimento de grãos com maior quantidade de espigas em populações mais elevadas. Neste caso, a população ideal seria a de 55.000 plantas (Tabela 4), onde o rendimento de grãos foi de 8.558 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Médias de híbridos para altura de plantas (AP, m), comprimento da espiga (CE, cm), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga (DE, cm), número de fileiras (NF), peso de 100 grãos (PCG, g), peso médio de espiga (PME, g) e rendimento de grãos por hectare (RG, kg ha⁻¹).

Híbrido	Variável ¹							
	AP	CE	NGF	DE	NF	PCG	PME	RG
2B707	1,84 a	16,42 a	34,44 a	4,81 a	16,00 a	30,65 a	225,97 a	8444,64 a
2B710	1,70 b	16,30 b	27,73 b	4,98 b	16,35 a	34,09 b	195,80 b	7134,35 b
D.M.S ² .	0,0672	1,0397	1,5648	0,1471	0,7910	1,6188	24,5200	693,3845

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ²Diferença mínima significativa.

Tabela 4. Médias de altura de plantas (AP, m), comprimento da espiga (CE, cm), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga (DE, cm), número de fileiras (NF), peso de 100 grãos (PCG, g), peso médio de espiga (PME, g) e rendimento de grãos por hectare (RG, kg ha⁻¹), em diferentes densidades populacionais

População (plantas ha ⁻¹)	Variável ¹							
	AP	CE	NGF	DE	NF	PCG	PME	RG
50.000	1,74 a	16,69 a	32,24 a	4,91 a	16,40 a	33,16 a	225,97 a	6.993 b
55.000	1,78 a	16,01 ab	31,59 ab	4,97 a	16,13 a	32,58 a	219,94 a	8.558 a
60.000	1,79 a	14,90 b	29,44 b	4,79 a	16,00 a	31,37 a	181,73 b	7.818 ab
D.M.S ² .	0,1003	1,5526	2,3367	0,2197	1,1813	2,4173	36,6200	1.035

¹Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ²Diferença mínima significativa.

Conclusões

Nas condições deste experimento, os resultados permitem concluir que ocorre diminuição significativa do comprimento da espiga, número de grãos por fileira e peso médio de espiga com aumento da densidade populacional.

O híbrido 2B707 foi o mais produtivo e a população de 55.000 plantas ha⁻¹ considerada a ideal, onde o rendimento de grãos foi mais elevado (8.558 kg ha⁻¹).

Referências

Almeida, M.L., Sangoi, L. 1996. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* 2: 179-183.

Almeida, M.L., Merotto Junior, A., Sangoi, L., Ender, M., Guidolin, A.F. 2000. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. *Ciência Rural* 30: 23-29.

Balbinot Jr., A.A., Fleck, N.G. 2004. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. *Ciência Rural* 35: 245-252.

CFSEMG. Comissão de Fertilidade de Solos em Minas Gerais. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ª aproximação. UFV, Viçosa, Brasil. 359 p.

Cruz, J.C., Pereira Filho, I.A., Alvarenga, R.C., Gontijo Neto, M.M., Viana, J.H. M., Oliveira, M.F., Santana, D.P. 2006. Manejo da cultura do Milho. *Circular Técnica* 87: 12 p.

Cruz, J.C., Pereira, F.T.F., Pereira Filho, I.A., Oliveira, A.C., Magalhães, P.C. 2007. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 6: 60-73.

Demétrio, C.S., Fornasier Filho, D., Cazetta, J.O., Cazetta, D.A. 2008. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 1691-1697.

Dourado Neto, D., Palhares, M., Vieira, P.A., Manfron, P.A., Medeiros, S.L.P., Romano, M.R.R. 2003. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 2: 63-77.

Emygdio, B.M., Teixeira, M.C.C. 2008. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o

híbrido de milho BRS 1015. *Circular Técnica* 72: 1-8.

Flesch, R.D., Vieira, L.C. 1999. Espaçamento e população de plantas na cultura do milho. *Agropecuária Catarinense* 12: 28-31.

Fornasieri Filho, D. 2007. *Manual da cultura do milho*. Funep, Jaboticabal, Brasil. 574 p.

Galvão, J.C., Miranda, G.V. *Produção de milho em pequenas propriedades*. CPT, Viçosa, Brasil. 228 p.

Marchão, L.R., Brasil, E.M., Duarte, J.B., Guimarães, C.M., Gomes, J.A. 2005. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 35: 93-101.

Merotto Júnior, A.M., Almeida, M.L., Fuchs, O. 1997. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural* 27: 5549-5554.

Muchow, R.C., Sinclair, T.R., Bennet, J.N. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agronomy Journal* 82: 338-343.

Pereira, F.R.S., Cruz, S.C.S., Albuquerque, A.W., Santos, J.R., Silva, E.T. 2008. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 12: 69-74.

Sangoi, L. 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural* 31: 159-168.

Scapim, C.A., Carvalho, C.G.P., Cruz, C.D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 683-86.

Scheeren, B.R., Bazoni, R., Bono, J.A., Arias, S.S., Oliveira, R., Salomão, L. 2004. Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum Agronomy* 26: 55-60.

Silva, P.R.F., Argenta, B., Rezerra, F. 1999. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 585-592.

Silva, P.R.F., Sangoi, L., Argenta, G., Strieder, M.L. 2006. *Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho*. Evangraf, Porto Alegre, Brasil. 63 p.

Vieira Jr., P.A. 1999. Milho. In: Castro, P.R.C., Kluge, R.A. *Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo milho, soja, arroz e mandioca*. Nobel, São Paulo, Brasil. p. 42-68.