



JOSÉ C. CRUZ¹, FRANCISCO T. F. PEREIRA¹, ISRAEL A. PEREIRA FILHO¹,
ANTÔNIO C. de OLIVEIRA¹ e PAULO C. MAGALHÃES¹.

¹Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151 CEP. 35.701-970. Sete Lagoas, MG. E-mail :
zecarlos@cnpms.embrapa.br

Palavras chave : Zea mays, arranjo espacial, densidade de plantio, índice de espigas, peso médio de espigas

INTRODUÇÃO

Anualmente, novas cultivares de milho são disponibilizadas no mercado, demonstrando a dinâmica dos programas de melhoramento e a importância da semente no aumento da produtividade. O milho é a gramínea mais sensível à variação na densidade de plantas. Para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. A população ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha⁻¹, dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo da cultivar, época de semeadura e espaçamento entre linhas (Sangoi, 2000). Vários pesquisadores citados por Silva et al.(1999) consideram o próprio genótipo como principal determinante da densidade de plantas. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento de cultivares de milho comerciais e em pré-lançamento, desenvolvidas pelo programa de melhoramento de plantas da Embrapa Milho e Sorgo, submetidas a diferentes espaçamentos e densidades de plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados em área da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa, em 2001/02 e 2002/03, sendo a semeadura realizada no mês de novembro. Foram avaliados dez cultivares de milho, dois espaçamentos (0,50 m e 0,80 m) e quatro densidades (40.000, 52.500, 65.000 e 77.500 plantas ha⁻¹). Em 2001/2002 foram avaliadas as cultivares HT 98 A, HT 19 A, BRS 3143, BRS 3151, BRS 2223, 98 2 B, BRS 1010, HT 63, BRS 1001 e BRS 3003. Em 2002/03, foram avaliadas as cultivares BRS 3003, HT 98 A, HD 200.122, HS 100.012, BRS 2020, BRS 1030, HT CMS – 2C, HS 29 B, BRS 1001 e BRS 1010. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas, com os espaçamentos nas parcelas, as cultivares nas subparcelas e as densidades nas subsubparcelas. Cada parcela experimental foi formada por quatro fileiras de 6 m de comprimento, sendo considerados como área útil os 5 m centrais das duas fileiras centrais. Procedeu-se à análise de variância, após uma correção dos dados para a mesma área útil. Por ocasião do plantio, foi realizada uma adubação com 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20+ 0,5% de Zn e, posteriormente, uma adubação em cobertura com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, quando a cultura apresentava cerca de seis folhas desenvolvidas. As características determinadas foram o rendimento de grãos, em kg ha⁻¹, corrigido para 14% de umidade, peso médio de espigas e índice de espigas. Foram feitas análise de variância para cada ano e análise conjunta para as cultivares comuns aos dois anos de estudo (HT 98 A, BRS 3003, BRS 1001 e BRS 1010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de espigas foi afetado significativamente por densidade, cultivar e interação cultivar e densidade de plantio, nos dois anos de estudo, e por espaçamento, em 2002/03. O peso médio de espigas foi influenciado pela densidade e pela cultivar nos dois anos de estudo e pela interação espaçamento e densidade de plantio, em 2002/03. O rendimento de grãos foi afetado significativamente por cultivar e densidade e pela interação espaçamento e densidade, nos dois anos.

Safra 2001/02

Os maiores valores de peso médio de espiga foram apresentados pelos híbridos simples BRS 1010 e BRS 1001 e pelos híbridos experimentais 98 2 B e HT 63, que, entretanto, não diferiram significativamente das cultivares HT 19 A, BRS 3151 e BRS 3003. As cultivares HT 98 A e BRS 3143 resultaram os menores valores de peso médio de espigas, sem diferirem significativamente da cultivar BRS 2223. O peso médio de espiga, foi maior nas duas menores densidades de plantio. O híbrido simples BR 1010 apresentou o maior rendimento de grãos; entretanto, foi significativamente superior apenas ao híbrido triplo BRS 3143, que resultou no menor rendimento, e ao BRS 3151, cuja performance foi considerada média. Verificou-se que o híbrido triplo experimental HT 98 A e o híbrido duplo BRS 2223 apresentaram valores de índice de espigas superiores aos das demais cultivares, nas densidades de plantio variando de 40.000 a 65.000 plantas ha⁻¹.

Entretanto, enquanto o híbrido experimental apresentou uma redução no índice de espigas na densidade de 75.000 plantas ha⁻¹, o BRS 2223 mostrou os maiores valores de índice de espigas em todas as densidades avaliadas. Embora se verifique que, de forma geral há, uma redução do índice de espigas com a aumento da densidade de plantio, essa redução varia com a cultivar. Os valores de índice de espiga das cultivares HT 19 A, BRS 3143, BRS 3151, 98 2 B, BRS 1010, HT 63 não reduziram significativamente quando a

densidade aumentou de 40.000 para 77.500 plantas ha⁻¹. O rendimento foi afetado pela interação espaçamento e densidade de plantio. O rendimento de grãos cresceu com o aumento da densidade de plantio, em ambos os espaçamentos, demonstrando que poderia se aumentar ainda mais a produtividade, com aumento na densidade de plantio; entretanto, no espaçamento de 0,50 m entre fileiras, a produtividade apresentou maior ampliação quando se passou de 40.000 plantas ha⁻¹ para 77.500 plantas ha⁻¹ do que no espaçamento de 0,80 m, indicando que a redução de espaçamento só foi vantajosa quando se utilizaram maiores densidades de plantio. Essa consideração está de acordo com a observação de Hoefl (2003), de que o benefício das linhas mais estreitas aumenta à medida que aumenta a população.

Safra 2002/03

O índice de espiga foi afetado pelas mesmas variáveis do ano anterior e pelo espaçamento entre fileiras, sendo maior no espaçamento entre fileiras de 0,50 m (1,14) do que no espaçamento de 0,80 m (1,07). Apenas na menor densidade de plantio (40.000 plantas ha⁻¹) houve diferença entre as cultivares, sendo que nessa densidade os maiores valores de índice de espiga foram obtidos nas cultivares BRS 1001, BRS 1010, HT 98 A HD 200.122 e BRS 2020, embora apenas o BRS 1001 tenha sido superior as demais cultivares e, com exceção do BRS 2020, o índice de espigas dessas cultivares decresceu com o aumento da densidade, enquanto nas demais este índice não foi afetado pelo aumento da densidade de plantio. Mesmo na maior densidade estes valores foram superiores a 1,0 em ambas as safras, indicando que as condições edafoclimáticas dos dois experimentos foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura, com a baixa ocorrência de plantas sem espigas. Semelhantemente ao ocorrido na safra anterior, o peso médio de espigas foi afetado significativamente pelas cultivares e pela densidade de plantio. Foi também afetado pela interação espaçamento e densidades. Os menores pesos médios de espigas foram verificadas nas cultivares HT CMS 2 C e HT 98 A, embora este último não tenha diferido das cultivares HD 200.122, BRS 2020 e BRS 1001. O peso médio de espigas decresceu significativamente com o aumento da densidade de plantio até 65.000 plantas ha⁻¹. Os híbridos experimentais HT CMS 2 C e HT 98 A apresentaram os menores rendimentos, sendo que este último não diferiu do HS 100.012. Confirmando os resultados do ano anterior, o rendimento de grãos cresceu com o aumento da densidade de plantio em ambos os espaçamentos, demonstrando que poderia se aumentar ainda mais a produtividade, com aumento na densidade de plantio; entretanto, no espaçamento de 0,50 m entre fileiras, a produtividade apresentou maior ampliação quando se passou de 40.000 plantas ha⁻¹ para 77.500 plantas ha⁻¹ do que no espaçamento de 0,80 m, indicando que a redução de espaçamento é mais vantajosa quando se utilizam maiores densidades de plantio, concordando, uma vez mais, com a observação de Hoefl (2003), de que o benefício das linhas mais estreitas aumenta à medida que se aumenta a população de plantas.

Análise Conjunta

O índice de espigas foi afetado pela cultivar, pela densidade e pela interação ano e cultivar. O peso médio de espigas e o rendimento de grãos foram afetados pelo ano, cultivar e densidade de plantio e pelas interações de ano e cultivar e de ano e densidade. Como ocorreu nos dois experimentos, o índice de espigas e o peso médio de espiga reduziram com o aumento da densidade de plantio; entretanto, essas reduções foram superadas pelo maior número de plantas por hectare, e como consequência, o rendimento de grãos cresceu com o aumento da densidade até 77.500 plantas ha⁻¹, indicando que, para as condições estudadas, o rendimento de grãos seria implementado com aumento adicional da densidade de plantio além de 77.500 plantas ha⁻¹ (Tabela 1). Com relação ao índice de espigas, os resultados também estão de acordo com trabalhos de vários autores (Sangoi, 1990, dentre outros). O fato de que, mesmo na densidade de 77.500 plantas ha⁻¹ não obteve-se, em média, menos de uma espiga por planta, demonstra que as cultivares utilizadas possuem boa prolificidade e capacidade de suportar altas populações de plantas.

Tabela 1. Valores médios de índice de espiga, peso médio de espiga e rendimento de grãos, em diferentes densidades de plantio *. Média de quatro cultivares, dois espaçamentos e dois anos agrícolas. Embrapa Milho e Sorgo – 2001/2002 - 2002/2003.

Densidade	Índice de espiga	PME (g)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
40.000	1.28 a	124 a	6060 d
52.500	1.16 b	116 ab	6813 c
65.000	1.11 b	112 b	7461 b
77.500	1.03 c	108 b	8033 a
C.V.(%)	11.35	14.95	11.36

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula não apresentam diferença significativa ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey.

O híbrido experimental HT 98 A apresentou índice de espigas superior às demais cultivares, que não diferiram entre si. Entretanto, essa diferença só foi significativa no ano agrícola de 2000/01 (Tabela 2). Os valores observados para as quatro cultivares mostram que esses materiais apresentam uma tendência de alta prolificidade. O peso médio de espigas foi significativamente menor no HT 98 A do que as demais cultivares, nas duas safras estudadas, embora, em 2002/03, a sua diferença em relação ao BRS 1001 não tenha sido significativa. As condições climáticas ocorridas na safra 2002/03 foram melhores do que na safra 2001/02, especialmente na fase de enchimento de grãos, o que resultou em valores semelhantes de índice de espigas, que não foram afetados pelo ano agrícola, o qual é determinado na fase vegetativa. Valores superiores de peso médio de espigas foram observados no ano agrícola de 2002/2003 (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de cultivar e ano sobre peso médio de espigas, índice de espiga e rendimento (média dos dois anos). Média de dois espaçamentos, quatro densidades de plantio *. Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas.

Cultivar	Índice de espiga		Peso médio de espigas		Rendimento (kg ha ⁻¹)
	2001/02	2002/03	2001/02 (g)	2002/03	
HT 98 A	1.31 a	1.16 a	80 b	111 b	6249 b
BRS 3003	1.10 b	1.08 a	98 a	142 a	7178 a
BRS 1001	1.07 b	1.18 a	112 a	128 ab	7261 a
BRS 1010	1.11 b	1.14 a	107 a	141 a	7680 a
Média	1.15	1.14	99 B	130 A	
C.V. %	14,95		11,35		11,36

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula e nas comparações entre anos, médias seguidas por letras maiúsculas não apresentam diferença significativa ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey.

Em 2001/02, não houve diferença no peso médio de espigas em função da densidade de plantio (Tabela 3) . O rendimento de grãos foi superior na safra de 2002/03 (7.966 kg ha⁻¹) comparado à de 2001/02 (6.218 kg ha⁻¹). Os híbridos comerciais apresentaram rendimentos superiores ao híbrido experimental HT 98 A. Embora o híbrido HT 98 A apresente uma tendência de maior prolificidade, o tamanho médio de suas espigas é menor, resultando em menor produtividade. Independente das cultivares e do espaçamento, o rendimento de grãos cresceu com o aumento da densidade de plantio até 77.500 plantas ha⁻¹, indicando que estas cultivares devem ser testadas em densidades superiores. Além disso, considerando apenas as quatro cultivares comuns nos dois experimentos, não foi verificada interação entre espaçamento e densidade. Provavelmente, essa interação poderia ter sido significativa se fossem avaliadas densidades maiores, pois, de acordo com Hoefl(2003), o benefício das linhas mais estreitas aumenta à medida que aumenta a população de plantas, particularmente com populações superiores a 85.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 3. Efeito de densidades e ano sobre o peso médio de espiga *. Média de quatro cultivares de milho e dois espaçamentos. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Densidade (Plantas ha ¹)	Peso médio de espiga (g)		
	2001/02	2002/03	Média
40.000	104 a	144 a	124 a
52.500	99 a	132 ab	116 ab
65.000	96 a	127 bc	112 b
77.500	98 a	118 c	108 b
Média	99 B	130 A	

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula e nas comparações entre anos, médias seguidas por letras maiúsculas não apresentam diferença significativa a nível de 5%, pelo Teste de Tukey.

CONCLUSÕES

O rendimento de grãos não é afetado pela redução do espaçamento de 0,80 para 0,50 m. É possível obter aumento no rendimento de grãos utilizando densidade superior a 77.500 plantas ha⁻¹

LITERATURA CITADA

HOEFT, R. G. Desafios para obtenção de altas produtividade de milho e de soja nos EUA. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, dez. 2003.

SANGOI, L. Comportamento de variedades e híbridos de milho em duas densidades de semeadura e dois níveis de fertilizantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.12,p.1715-1725,1990.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development : un important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31,n.1,p.159-168,2000.

SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. e REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.34,n.4,p.585-592,1999.



XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 29/08 a 02/09 de 2004 - Cuiabá - Mato C
