

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO SOB ESPAÇAMENTO REDUZIDO EM ÁREAS DE CERRADO DO MEIO-NORTE BRASILEIRO

Milton José Cardoso¹; Valdenir Queiroz Ribeiro²

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento. Caixa Postal 01 CEP 64006-220 Teresina, PI, Brasil. E-mail: milton.cardoso@embrapa.br; ² Eng. Agrônomo. M.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte. E-mail: valdenir.ribeiro@embrapa.br

RESUMO - Entre as práticas e técnicas empregadas para a obtenção de maiores produtividades de grãos de milho, a escolha do arranjo espacial de plantas na área é uma das mais importantes. Objetivando avaliar a influência da variação do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura da cultura do milho em área de cerrado do Meio-Norte brasileiro, experimentos foram instalados nos municípios de São Raimundo das Mangabeiras, MA, Mata Roma, MA, e Uruçuí, PI, na safra 2011/2012. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados sendo os tratamentos constituídos de dois espaçamentos entre linhas (0,60 m e 0,80 m) e quatro densidades de semeadura (5,50; 6,25; 7,25 e 8,25 plantas m⁻²), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5,0 m de comprimento considerando as duas centrais como área útil. Avaliaram-se os caracteres agrônômicos, número de espigas por área, número de grãos por área, peso de grãos por espiga e produtividade de grãos em kg ha⁻¹ com umidade corrida para 13%. Observou-se incremento (P<0,05) na produtividade de grãos tanto com a redução do espaçamento entre linhas quanto com o aumento da densidade populacional.

Palavras-chave: Arranjo de plantas, híbrido, *Zea mays* L.

GRAIN YIELD OF CORN IN SPACING REDUCED IN AREAS OF SAVANNAH MID-NORTH BRAZILIAN

ABSTRACT - Among the practices and techniques used to obtain higher grain yield of maize, the choice of the spatial arrangement of plants in the area is one of the most important. To evaluate the influence of the variation of spacing and seeding of corn in savanna Mid-North Brazilian experiments were conducted in the cities of São Raimundo Mangabeiras, MA, Mata Roma, MA, and Uruçuí, PI in the 2011/2012 season. Was used a randomized complete block design with treatments consisting of two row spacings (0.60 m and 0.80 m) and four plant densities (5.50, 6.25, 7.25 and 8.25 plants m⁻²), with four replications, each plot consisted of four rows of 5.0 m length. Are considered to evaluate the two central lines. Evaluated the agronomic characters, number of ear per unit area, number of grains per unit area, grain weight per ear and grain yield in kg ha⁻¹ with 13% humidity. Observed an increase (P < 0.05) on grain yield either by reducing the spacing and with increasing density.

Keywords: Plant arrangement, hybrid, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho é amplamente cultivado na região Meio-Norte do Brasil, sendo fonte indispensável de matéria-prima para as agroindústrias da região. O aprimoramento das principais práticas de manejo associado ao uso de cultivares de alto potencial produtivo contribuem para o incremento da densidade de plantas e a redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001; SANGOI; SILVA, 2005).

Trabalhos têm mostrado que a redução de espaçamento entre linhas tem contribuído para o aumento da produtividade de grãos (BALBINOT JUNIOR; FLECK, 2004; STRIEDER, 2006). Argenta et al. (2001) concluíram que o rendimento de grãos é influenciado pela redução do espaçamento entre linhas e pela densidade de plantas.

O aumento da produtividade de grãos é decorrente de uma melhor distribuição de plantas com redução do espaçamento entre linhas, verificado principalmente em milho de ciclo super precoce e de estatura baixa. Guareschi (2008) ao avaliar o potencial de produção de massa fresca e seca do milho verificou que a redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,45 m influenciou positivamente a produção de silagem. Aumento na produtividade de grãos com a redução do espaçamento entre fileiras de 0,90 m para 0,45 m e aumento da densidade de plantas foi verificado por Stacciarini et al. (2010). Outros autores também observaram aumento da produtividade de grãos de milho com a redução do espaçamento entre fileiras (ALVAREZ et al. 2006; SILVA et al. 2008; MODOLO et al. 2010).

Objetivou-se neste trabalho estudar os efeitos da combinação de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas na produtividade de grãos de milho em áreas de cerrado do Meio-Norte brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em ambientes do cerrados do Meio-Norte brasileiro na safra 2010/2011. Os municípios foram Mata Roma (solo Latossolo Amarelo) e São Raimundo das Mangabeiras (solo Argissolo Vermelho Amarelo) no Estado do Maranhão e Uruçuí (solo Latossolo Amarelo) no Estado do Piauí. Esses municípios estão localizados entre as latitudes Sul 3° 42', em Mata Roma e 7° 30', em Uruçuí.

O híbrido de milho utilizado foi o BRS 1060 (híbrido simples de ciclo semiprecoce, grãos semidentados avermelhado, com porte baixo/médio).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos formados pelas combinações dos espaçamentos de 0,60 m e 0,80 m entre linhas (parcelas) e as densidades de 5,50; 6,25; 7,25 e 8,25 plantas m⁻². Todas as parcelas apresentaram quatro linhas de 5,0 m de comprimento, sendo a área útil obtida pela marcação das duas linhas centrais.

As adubações de semeadura e cobertura (por ocasião da sexta folha completamente emergida) foram feitas conforme a exigência da cultura e da análise de solo. Aos 15 dias após emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando a população de plantas estimada para cada tratamento. As precipitações pluviométricas ocorridas durante a execução dos

ensaios foram suficientes para um desenvolvimento e crescimento satisfatório das plantas de milho.

A colheita foi realizada aos 120 dias após emergência. As características avaliadas na área útil das parcelas foram: a) rendimento de grãos: pesagem dos grãos, corrigindo a umidade para 13%; b) peso de grãos por espiga: pesagem média dos grãos debulhados de cinco espigas; c) número de espiga por área: proporção do número de espigas colhidas pela área útil; d) número de grãos por área: obtido pela relação do peso de grão por área e o peso de cem grãos. Para a interpretação dos resultados, submetem-se os dados à análise de variância. Quando constatada significância empregou-se o teste de Tukey ao nível de 5 % para comparação das médias dos espaçamentos entre linhas e a análise de regressão para população de plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ($P < 0,05$) para ambiente (A), espaçamento entre fileiras (E) e para a densidade de plantas (D), bem como para as interações E x D e E x A. A interação A x E x D não foi significativa (Tabela 1). A significância das interações mostra efeitos diferenciados dos espaçamentos com as densidades de plantas e com os ambientes. Nos três ambientes a produtividade de grãos e os componentes de rendimento número de espiga por área e peso de grãos por espiga foram maiores ($P < 0,05$) no menor espaçamento (0,60 m) entre fileiras, enquanto foi observado um maior número de grãos por área no espaçamento de 0,80 m entre fileiras (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (teste F) para as características número de espiga por metro quadrado (NEM2), número de grãos por metro quadrado (NGM2), peso de grãos por espiga (PGE) e produtividade de grãos kg ha^{-1} de milho em dois espaçamento entre fileiras e quadro densidades de plantas em área de cerrado do Meio-Norte. Safra 2011/2012.

Causas da Variação	Quadrados médios			
	NEM2	NGEM2	PGE	PGHA
Ambiente (A)	**	**	**	**
Espaçamento (E)	**	**	**	**
Densidade (D)	**	*	**	**
E x D	**	*	**	**
E x A	**	**	*	**
E x D x A	ns	ns	ns	ns
Blocos	**	**	**	**
CV(%)	2,87	4,90	4,48	4,27

** e * ^{ns}, respectivamente, significativo a 1 % e 5 % pelo teste F.

Tabela 2. Produtividade de grãos (PGHA em kg ha⁻¹), índice de espiga (IE), número de espiga m⁻² (NEM2), número de grãos m⁻² (NGM2) e peso de espiga (g) de milho em dois espaçamentos entre fileiras e quadro densidades de plantas em área de cerrado sul maranhense. São Raimundo das Mangabeiras, MA, safra 2011/2012.

Parâmetros	Espaçamentos	Densidade de plantas (plantas m ⁻²)			
		5,50	6,25	7,25	8,25
PGHA	0,60	A 9317	A 10420	A 11076	A 11933
	0,80	B 8741	B 9380	B 10035	B 10555
IE	0,60	A 1,02	0,98	0,98	0,97
	0,80	A 0,99	0,97	0,96	0,94
NEM2	0,60	A 5,53	A 6,22	A 7,00	A 7,78
	0,80	B 5,31	B 5,81	B 6,88	B 7,61
NGM2	0,60	B 2752	B 3116	B 3324	B 3749
	0,80	A 3505	A 3769	A 4162	A 4270
PGE	0,60	A 171	A 165	A 154	A 149
	0,80	B 162	B 156	B 141	B 131

Na coluna letras iguais não diferem entre si pelo teste *F* a 5%.

Tabela 3. Produtividade de grãos (PGHA em kg ha⁻¹), índice de espiga (IE), número de espiga m⁻² (NEM2), número de grãos m⁻² (NGM2) e peso de espiga (g) de milho em dois espaçamentos entre fileiras e quadro densidades de plantas em área de cerrado leste maranhense. Mata Roma, MA, safra 2011/2012.

Parâmetros	Espaçamentos	Densidade de plantas (plantas m ⁻²)			
		5,50	6,25	7,25	8,25
PGHA	0,60	A 7780	A 8445	A 9081	A 8821
	0,80	B 7053	B 7454	B 8405	B 8175
IE	0,60	A 1,00	A 1,0	A 0,99	A 0,96
	0,80	A 0,99	A 1,00	A 0,98	A 0,97
NEM2	0,60	A 5,53	A 6,16	A 7,11	A 7,83
	0,80	A 5,35	A 6,14	A 6,92	A 7,71
NGM2	0,60	B 2763	B 3037	B 3209	B 3209
	0,80	A 3341	A 3449	A 3941	A 3929
PGE	0,60	A 145	A 136	A 127	A 108
	0,80	B 130	B 121	B 118	B 103

Na coluna letras iguais maiúscula e nas linhas minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 4. Produtividade de grãos (PGHA em kg ha⁻¹), índice de espiga (IE), número de espiga m⁻² (NEM2), número de grãos m⁻² (NGM2) e peso de espiga (g) de milho em dois espaçamentos entre fileiras e quadro densidades de plantas em área de cerrado sudoeste piauiense. Uruçuí, PI, safra 2011/2012.

Parâmetros	Espaçamentos	Densidade de plantas (plantas m ⁻²)			
		5,50	6,25	7,25	8,25
PGHA	0,60	A 8703	A 9502	A 10205	A 10832
	0,80	A 8675	A 9423	A 10070	A 10740
IE	0,60	A 1,04	A 1,03	A 0,98	A 0,98
	0,80	A 1,00	A 0,98	A 0,99	A 0,98
NEM2	0,60	A 5,64	A 6,33	A 7,11	A 7,91
	0,80	B 5,48	B 6,00	B 7,00	B 7,90
NGM2	0,60	B 2638	B 2956	B 2971	B 3180
	0,80	A 3476	A 3835	A 3880	A 4337
PGE	0,60	A 161	A 154	A 140	A 134
	0,80	A 159	A 154	A 142	A 133

Na coluna letras iguais maiúscula e nas linhas minúscula não diferem entre si pelo teste F

Efeito linear crescente foram observados nos municípios de São Raimundo das Mangabeira, MA e Uruçuí, PI, para a produtividade de grãos e os componentes número de espiga por área e número de grãos por área e linear decrescente para o peso de grãos por espiga (Tabela 5). No município de Mata Roma efeitos quadrático foram observados para a produtividade de grãos e número de espiga por área.

Tabela 5. Equações de resposta da produtividade de grãos e componentes de produção do milho em dois espaçamentos entre fileiras e quatro densidades de plantas em áreas de cerrados nos municípios de São Raimundo das Mangabeiras (SRM), MA, Mata Roma (MR), MA e Uruçuí (URU), PI, na safra 2011/2012.

	0,60 m	0,80 m
SRM	Equação de regressão	Equação de regressão
NEM2	$1,073 + 0,818^{**} X; R^2=0,99$	$0,517 + 0,863^{**} X; R^2= 0,99$
NGME	$890,8 + 344,1^{**} X; R^2=0,98$	$197,0 + 286,2^{**} X; R^2= 0,96$
PGE	$216,3 - 8,305^{**} X; R^2=0,98$	$227,3 - 11,72^{**} X; R^2=0,99$
PGHA	$4488 + 909,8^{**} X; R^2=0,97$	$5215 + 654,9^{**} X; R^2= 0,99$
MR		
NEM2	$-1,058 + 1,424^{*} X - 0,04^{**} X^2; R^2=0,99$	$-2,176 + 1,723^{*} X - 0,063^{**} X^2; R^2=0,99$
NGME	$-2475 + 1481^{*} X - 96,06^{**} X^2; R^2=0,99$	$2005 + 243,6^{*} X; R^2=0,86$
PGE	$217,7 - 13,03^{*} X; R^2=0,97$	$179,8 - 9,076^{*} X; R^2=0,94$
PGHA	$-9095 + 4837^{*} X - 322,7^{**} X^2; R^2=0,99$	$-6942 + 3902^{*} X - 249,9^{*} X^2; R^2=0,91$
URU		
NEM2	$1,169 + 0,818^{**} X; R^2=0,99$	$0,489 + 0,896^{**} X; R^2= 0,99$
NGME	$1753 + 173,6 X; R^2=0,86$	$1959 + 282,1^{**} X; R^2= 0,91$
PGE	$217,1 - 10,25^{**} X; R^2=0,98$	$213,5 - 9,774^{**} X; R^2=0,99$
PGHA	$4629 + 760,5^{**} X; R^2=0,99$	$4720 + 734,9^{**} X; R^2=0,99$

** e * Significativos a 1 % e 5 %, respectivamente, pelo teste *t*.

A maior produtividade de grãos e a maior densidade de plantas (8,25 plantas m⁻²) no menor espaçamento (0,60 m) entre fileira pode-se atribuir ao fato do híbrido utilizado promoveu a otimização da interceptação da luz, resultando em efeito positivo sobre a produtividade de grãos em altas densidades de plantas, desde que não haja limitação da água e nutrientes, conforme também observado por Palhares (2003) e Stacciarini et al. (2010). Plantas de menor estatura e folhas eretas permitem semeadura mais adensada, com maior capacidade fotossintética e, conseqüentemente, maior produtividade de grãos. A utilização de baixas densidades de plantas pode contribuir para uma menor eficiência de interceptação da radiação solar em determinadas área aumentando a produção de grãos por planta mas reduzindo a produtividade por área. Enquanto o adensamento excessivo incrementa a competição intraespecífica por fotoassimilados, principalmente, no estágio de florescimento (PEIXOTO, 2013).

O aumento da densidade de plantas tende a reduzir o tamanho das espigas diminuindo também o índice de espiga por planta. Já ocorre uma compensação na produção pelo aumento do número de plantas e, conseqüentemente, aumento no número de espiga por unidade de área (MARCHÃO et al., 2005).

CONCLUSÕES

O decréscimo do espaçamento entre fileiras de semeadura (de 0,80 m para 0,60 m) e aumento da densidade de plantas (de 5,50 plantas m⁻² para 8,25 plantas m⁻²) proporciona uma maior produtividade de grãos do híbrido simples BRS 1060, alterando os componentes de rendimentos número de espiga por área, número de grãos por área e o peso de grãos por espiga.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, maio/jun. 2006.

ARGENTA, G. S.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A. ; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 01, p. 71-78, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, nov./dez. 2001.

BALBINOT JUNIOR.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. *Ciência Rural*, v. 34, n. 06, p. 245-252, 2004.

GUARESCHI, R. F. Produção de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 39, n. 03, p. 468-475, 2008.

GUIMARÃES, P.E.O. et al. *BRS 1060 – Híbrido Simples de Milho*. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2009. 11p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 169).

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*, 35:93-101, 2005.

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 Agrônômica*, v.41, N.3, p.435-441, 2010.

PALHARES, M. Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003. 90p

PEIXOTO, C. Espaçamento e população de plantas, 2013.
Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/>> Acessado em: 15 de junho de 2013.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Densidade e arranjo populacional em milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. Anais... Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. p. 27-41.

SHIOGA, P. S. Redução de espaçamento em milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. Anais... Campinas: Instituto Agrônomo, 2005. p. 43-56.

SILVA, A. G.; CUNHA JÚNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30k75 em Rio Verde, Goiás. *Bioscience Journal*, v. 24, n.2, p.89-96, 2008.

STACCIARINI, T.C.V.; CASTRO, P.H.C.; BORGES, M.A.; GUERIN, H.F.; MORAES, P.A.C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n.4, p. 516-519, 2010

STRIEDER, M. L. Resposta do milho à redução do espaçamento entre linhas em diferentes sistemas de manejo. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.