

ISSN - 0104-866X

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO PARA O MEIO-NORTE

**ANAIS**

**VIII SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ  
I SIMPÓSIO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL DO MEIO-NORTE**

07 A 10 DE NOVEMBRO DE 1994



---

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária**

Teresina, PI  
1997

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA/CPAMN

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone (086) 225 1141

Telex (086) 2337

Caixa Postal 01

Fax (086) 225 1142

Tiragem: 300 exemplares

SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIO DO PIAUÍ, 8., 1994, Teresina. Anais. Teresina: EMBRAPA-CPAMN/São Luís: EMAPA, 1997. 342 p. (Embrapa-CPAMN. Documentos, 16).

Anais do 8º Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí e 1º Simpósio Agropecuário e Florestal do Meio-Norte, Teresina, 1994.

1. Agricultura - Pesquisa - Congresso - Brasil - Piauí. 2. Agropecuária - Pesquisa - Congresso - Brasil I. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (Teresina, PI). II. Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (São Luís). III. Simpósio Agropecuário e Florestal do Meio-Norte, 1., 1994, Teresina. IV. Título.

CDD 630.72098122

© Embrapa 1997

# COMPORTAMENTO PRODUTIVO DO MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS

MILTON JOSÉ CARDOSO<sup>1</sup> VALDENIR QUEIROZ RIBEIRO<sup>2</sup> FRANCISCO DE BRITO MELO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Objetivando verificar o comportamento produtivo do milho em diferentes densidades de plantas, foi conduzido um experimento em Teresina, PI, com os tratamentos: Variedades (VAS) de milho BR 5006 Fidalgo, BR 5011 Sertanejo e o híbrido duplo (HD) BR 201 nas densidades de 20, 40, 60, 80 e 100 mil plantas.ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial (3 x 5). A adubação de fundação correspondeu a 400 kg.ha<sup>-1</sup> da mistura de sulfato de amônio (50 kg), superfosfato simples (300 kg) e cloreto de potássio (50 kg). Em cobertura por ocasião da oitava folha foram aplicados 100 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, sendo a mesma dose aplicada na emissão da décima segunda folha. O HD BR 201 produziu mais grãos, 7.021 kg.ha<sup>-1</sup> (P < 0,05) em relação as (VAS) BR 5006 (6.222 kg.ha<sup>-1</sup>) e a BR 5011 (5.513 kg.ha<sup>-1</sup>). Esta apresentou menor (P < 0,05) peso de espiga por planta e número de grãos por espiga em relação às outras cultivares. A resposta da produtividade de grãos das cultivares à densidade de planta foi quadrática, com produtividade máxima de grãos de 7.493 kg.ha<sup>-1</sup>, obtida com uma densidade de 7,73 plantas.m<sup>-2</sup>. Não houve efeito da interação cultivar x densidade, evidenciando que o desempenho das cultivares de milho independe das densidades utilizadas.

## INTRODUÇÃO

O milho é um cereal cultivado em todo o Brasil. Na região Nordeste, em regime de sequeiro, seu rendimento é bastante afetado pelos dias sem chuva. Fenômeno este conhecido como veranico, que quando coincide com o período de florescimento da planta, causa consequência drástica na produtividade da cultura.

Nestas regiões propensas à ocorrência de veranicos prolongados, trabalhos relacionados a densidades de plantas são importantes. A densidade ideal de plantas é aquela que proporciona a exploração mais eficiente da área de cultivo. Depende de vários fatores como, genótipo, fertilidade do solo, nível de adubação, fatores climáticos, tratos culturais e métodos de colheita.

Densidades acima da ideal afetam, dentro de certos limites, as características fenotípicas e os componentes da produção das plantas. Ocasionalmente colmos delgados e de maior altura, proporcionando acamamento e quebraimento de plantas, tornando as perdas elevadas na colheita mecanizada. Além de diminuir o tamanho e o número de espiga por planta (Robins &

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dr., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (CPAMN), Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA/CPAMN.

Domingo, 1953; Duncan, 1958; Medeiros et al., Espinoza et al., 1980; Hall et al., 1981; Eck, 1986; Carneiro & Gerage, 1991; Williams et al, 1965; Dwyer, 1991; Cardoso et al., 1993.

A interação entre densidade de plantas e disponibilidades de água e nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio, constitui aspectos importantes na escolha apropriada da densidade. Mundstock (1970), estudando a relação entre densidade e disponibilidade de água para o milho, verificou que quando a precipitação pluvial foi irregular ou muito baixa, densidades menores proporcionavam maiores rendimentos. Sob condições de baixo teor de umidade no solo, Espinoza et al. (1980) observaram que a densidade de 20 mil plantas.ha<sup>-1</sup> era a mais indicada. Quando houve irrigação suplementar as melhores densidades variaram de 40 mil a 60 mil plantas.ha<sup>-1</sup>. Dale & Shaw (1965) e Alessi & Power (1975), em condições de stress hídrico, não observaram efeitos da densidade de plantas de 20 mil até 40 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, sendo que as menores densidades proporcionaram espigas mais pesadas e mais numerosas por planta.

A falta ou escassez de água nas fases de florescimento e polinização do milho pode causar redução considerável na produtividade de grãos, devido atuar nos componentes reprodutivos. Nesmith & Ritchie (1922b), utilizando uma densidade de 83 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, observaram que o stress hídrico por ocasião da antese de 19 dias e 37 dias reduziram a produtividade de grãos para 3.675 kg.ha<sup>-1</sup> e 529 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparado com a testemunha (6.781 kg.ha<sup>-1</sup>).

Com densidade de plantas de milho de 79 mil plantas.ha<sup>-1</sup> e stress hídrico na fase de enchimento de espiga Nesmith & Ritchie (1992a) verificaram decréscimo de 21 a 40% na produtividade de grãos em relação às plantas não stressada.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da densidade de plantas sobre o comportamento produtivo do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de janeiro a maio de 1992, na base experimental da EMBRAPA/CPAMN no município de Teresina, PI, situada a 72 m de altitude, com latitude de 5°5'12"S e longitude de 42°48'42"W. A precipitação e a temperatura média atmosférica anual são respectivamente 1.319 mm e 27,4°C (SUDENE, 1990). O solo onde foi conduzido o experimento é um Aluvial Eutrófico de textura média, cujas características químicas, determinadas nas amostras de solos, pelo Laboratório de Análises de Solos da UFPI/CCA, são pH em água (1:2,5): 5,6, fósforo (ppm): 14,0, potássio (ppm): 114, cálcio + magnésio (mE%): 2,7 e alumínio (mE%): 0,00.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições. Foram estudadas três cultivares (cvs.) de milho BR 5006 Fidalgo (variedade), BR 5011 Sertanejo (variedade) e BR 201 (híbrido duplo), e cinco densidades (20, 40, 60, 80 e 100 mil plantas.ha<sup>-1</sup>).

Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de 6,0 m de comprimento com espaçamento de 1,00 m entre linhas e 2, 4, 6, 8 e 10 plantas de milho por metro linear da fileira. Por ocasião da semeadura foi colocado um excesso de sementes para que, por ocasião do desbaste, ficassem as densidades desejadas. Considerou-se como área útil as duas fileiras centrais.

A adubação de fundação correspondeu a 400 kg.ha<sup>-1</sup> da mistura sulfato de amônio (50 kg), superfosfato simples (300 kg) e cloreto de potássio (50 kg). Em cobertura, foram aplicados 200 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, sendo a metade por ocasião da oitava folha completamente emergida e o restante por ocasião da décima folha, de acordo com a escala proposta por Hanway (1963).

As características agrônômicas observadas e avaliadas estatisticamente foram:

- Número de espigas por plantas: dividindo-se o número de espiga colhida pelo número de plantas existentes na área útil.

- Número de grãos por espiga: foi estimado tomando-se como base a relação existente entre o peso de 100 grãos, peso de grãos e número de espiga existente em cada área útil.

- Peso de grãos por espiga: foi determinado dividindo-se o peso total de grãos e número de espigas colhidas em cada área útil.

- Produtividade de grãos: foi determinada a partir do peso de grãos existentes em cada área útil com seu valor corrigido a 13% de umidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que a interação cultivar x densidade não foi significativa para nenhuma das características estudadas, evidenciando que o desempenho das cultivares de milho independe das densidades utilizadas. Foram encontrados valores de F significativos para as características número de espigas por plantas, número de grãos por espiga, peso de grãos por espiga e produtividade de grãos. Nestas três últimas características foram observados efeitos ( $P < 0,01$ ) para cultivares.

**TABELA 1. Quadrados médios das características número de espigas/planta (NEP), número de grãos/espiga (NGE), peso de grãos/espiga (PEG) e produtividade de grãos (PG) do milho em diferentes densidades de planta. Teresina (PI), 1992.**

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		NEP	NGE	PGE	PG
Blocos	3	0,0048	4970,5679	497,9386	1,2122
Cultivares (C)	2	0,0127	14034,0408**	2019,1613**	11,3886**
Densidade (D)	4	0,0797**	71110,1835**	11462,6147**	28,2784**
C x D	8	0,0074	3058,1158	331,8086	0,8796
Resíduo	42	0,0129	2215,6048	245,5020	0,6965

\*\* ( $P < 0,01$ )

A cultivar BR 201 apresentou produtividade média de grãos 27,4% e 12,8% superior, respectivamente, à das cvs. BR 5011 Sertanejo e BR 5006 Fidalgo (Tabela 2). O que é explicado pelo maior potencial produtivo do milho híbrido em relação ao das variedades (Viegas et al., 1963; Paterniani et al., 1978; Espinoza et al., 1980; Cardoso & Ribeiro, 1987).

**TABELA 2. Produtividade de grãos (PG), número de espiga/planta (NEP), número de grãos/espiga (NGE) peso de grãos/espiga (PGE) de três cultivares de milho em cinco densidades de planta. Teresina, PI, 1992<sup>1</sup>.**

Cultivar	Densidade de plantas/ha	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	NEP	NGE	PGE (g)
BR 5006 Fidalgo	20.000	3.375	1,09	458	160
	40.000	6.517	0,99	493	177
	60.000	7.042	0,95	359	129
	80.000	7.479	0,95	326	111
	100.000	6.698	0,94	244	81
Médias		6.222 B	0,99	376 A	132 A
BR 5011 Sertanejo	20.000	3.281	1,10	398	144
	40.000	5.948	1,01	415	152
	60.000	6.229	1,00	347	116
	80.000	5.771	0,95	290	98
	100.000	6.333	0,92	247	85
Médias		5.513 C	1,00	339 B	119 B
	20.000	4.031	1,18	461	164
	40.000	6.781	1,11	426	159
	60.000	8.302	1,05	419	151
	80.000	7.542	0,89	334	116
	100.000	8.448	0,92	312	105
Médias		7.021 A	1,03	390 A	139 A

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em termos quantitativos as cvs. BR 201 e BR 5006 Fidalgo tiveram produtividades médias de grãos semelhantes, mas diferiram ( $P < 0,01$ ) da cv. BR 5011 Sertanejo.

O efeito da densidade de plantas sobre a produtividade de grãos de milho foi quadrática para todas as cultivares (Tabela 3). Nesta equação a produtividade máxima de grãos estimada é de 7.493 kg.ha<sup>-1</sup> que seria obtida com uma densidade de milho de 77.321 plantas.ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram observados por Galvão et al., (1969), Mundstock (1970), Correia et al. (1974), mas discordam dos obtidos por Pereira Filho et al. (1991), que obtiveram efeitos lineares, com densidades, variando de 20 a 60 mil plantas.ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 3. Estimativas das equações de regressão e dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) de diversas características de milho em função da densidade de plantas. Teresina, PI, 1992.**

Variável dependente	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
Número de espiga por planta	$Y = 1,1540 - 0,00249 X$	0,93
Número de grãos por espiga	$Y = 509,9214 - 2,3547 X$	0,94
Peso de grãos por espiga	$Y = 0,7972 + 0,1732 X$	0,91
Produtividade de grãos	$Y = 0,7972 + 0,1732 X - 0,00112 X^2$	0,93

Com o aumento na densidade de plantas de milho o número de espiga por planta, o peso de espiga por planta e o número de grãos por espiga reduziram-se linearmente (Tabela 3). Estes decréscimos também foram observados em outros trabalhos (Willey & Healt, 1970; Espinoza et al., 1980; Tetio-Kagho & Gardner, 1988; Cardoso et al., 1993; Pereira Filho et al., 1991). A cv. BR 5011 Sertanejo foi a mais afetada, provavelmente, em virtude de ser menos eficiente em transportar fotoassimilados para as partes econômicas da plantas (Tollenaar, 1977; Jones & Simmons, 1983; Cardoso et al., 1986)

Salienta-se que a diferença entre o números de grãos por espiga e o peso de espiga por planta das cvs. foi mais expressivo nas menores densidades. Nessa situação os maiores números das cvs. BR 201 e BR 5006 Fidalgo permitiram que a produção fosse compensada quando utilizou-se menor número de planta por área. É provavel que a distribuição de chuvas tenha prejudicado o desenvolvimento das espigas da cv. BR 5011 Sertanejo, afetando os componentes da produção peso de espiga por planta e número de grãos por espiga, já que não foi detectada diferença ( $P > 0,01$ ) para o componente número de espiga por planta em relação às outras cultivares.

Deve-se ressaltar que a resposta da produtividade de grãos em relação à densidade de plantas de milho foi quadrática, devendo-se, numa tomada de decisão, o agricultor levar em contas produtividades máxima e máxima econômica.

## CONCLUSÕES

1. A interação cultivar x densidade de plantas não foi significativa, mostrando que o desempenho das cultivares de milho independe da densidade de plantas.

2. A produção de grãos de milho sofreu influência das densidades de plantas, entretanto houve uma compensação pelo maior número de espiga por planta, peso de espiga por planta e número de grãos por espiga nas menores densidades, o que contribuiu para que a diferença de produtividade de grãos não fosse tão acentuada.

## REFERÊNCIAS

- ALESSI, J.; POWER, J.F. Effect of plant spacing on phenological development of early and midseason corn hybrids in a semiarid region. *Crop Science*, Madison, 15: 179-81, 1975.
- CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B.; MELO, F. DE B. Densidade de plantas no consórcio milho x caupi sob irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 28: 93-99, 1993.
- CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N., GALVÃO, J.D.; SEDIYAMA, C.S.S.; LOPES, N.F. Produção de grãos e outras características agronômicas de milho e feijão em dois sistemas de associação. *Revista Ceres*, Viçosa, 33 (190): 506-15, 1986.
- CARDOSO, M.J., RIBEIRO, V.Q. Comportamento de sistemas de associação milho com feijão macassar. *Ciências Agronômicas*, Fortaleza, 18 (2): 57-62, 1987.
- CARNEIRO, G.E.S.; GERAGE, R.C. Densidade de semeadura. In: Fundação IAPAR. A CULTURADO MILHO NO PARANÁ. Londrina: IAPAR, 1991, p. 64-70 (Circular, 68).
- CORREA, L.A.; SILVA, J.; FRAZER, R.D.; VIANA, A.C.; AVELAR, B. C.; SANTOS, H.L. Competição de cultivares e níveis de adubação e densidades do milho no Centro Oeste. Anais. REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10. Sete Lagoas: CNPMS, p.33-57, 1974.
- DALE, R.F.; SHAW, R.H. Effect on corn yields of moisture stress and stand at two fertility levels. *Agronomy Journal*, Madison, 57: 475-9, 1965.
- DWYER, L.M.; TOLLENAAR, R.; STEWART, D.W. Changes in plant density dependence of leaf photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) hybrids, 1959 to 1988. *Canadian Journal of Plant Science*, Cambridge, 71: 1-11, 1991.
- DUNCAN, W. G. The relationship between corn population and yield. *Agronomy Journal*, Madison, v. 50, p. 82-84, 1958.
- ECK, H.V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal*, Madison, 78: 1035-40, 1986.
- ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L.A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 15 (1): 85-95, 1980.
12. GALVAO, J.D.; BRANDÃO, S.S.; GOMES, F.R. Efeitos de população de plantas e níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos e sobre o peso médio das espigas de milho. *Experimentiae*, Viçosa, 9 (2): 39-82, 1969.

- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, Madison, 55: 487-91, 1963.
- HALL, A.J.; LEMGFF, J.A.; TRAPANI, N. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield, its components and their determinants. *Maydica*, 26: 19-38, 1981.
- JONES, R.J.; SIMMONS, S.R. Effects of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. *Crop Science*, Madison, 23:129-34, 1983.
- MEDEIROS, J.B.; CRUZ, J.C.; SILVA, A.F. da. Espaçamento e densidade de plantas nas cultivares Piranão e IAC HMD 7974, In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, Piracicaba, 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976. p. 433-7.
- MUNDSTOCK, C.M. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 8. Porto Alegre, 1970. Porto Alegre: SAA, p. 18-29, 1970.
- NESMITH, D.S.; RITCHIE, J.T. Effects to soil water-deficits during tassel emergence on development and yield component of maize (*Zea mays*). *Field Crops Research*, Amsterdam, 28: 251- 56, 1992b.
- NESMITH, D.S.; RITCHIE, J.T. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe Soil Water deficit during grain filling. *Field Crops Research*, Amsterdam, 29: 23-35, 1992a.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Melhoramento e Produção de Milho no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, São Paulo, p. 202-256. 1978.
- PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P. Produtividade e índice de espiga de três cultivares de milho em sistema de consórcio com feijão comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26 (5): 745-751, 1991.
- ROBINS, J.S.; DOMINGO, C.E. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 45: 618-21, 1953.
- SUDENE. Dados pluviométricos mensais do Nordeste, Estado do Piauí, Brasil. Série n. 2, GRAFSET, 1990. 236 p.
- TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. *Agronomy Journal*, Madison, 80:935-40, 1988.
- TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. *Maydica*, 22: 49-75, 1977.

VIÉGAS, G.P.; ANDRADE SOBRINHO, J.; VENTURINI, W.R. Comportamento dos milhos H.6999, Asteca e Catete em três níveis de adubação e três espaçamentos em São Paulo. *Bragantia*, São Paulo, 22: 201-36, 1963.

WILLEY, R.W.; HEALT, S.B. The quantitative relationships between plant population and crop yield. *Advance in Agronomy*, 21: 281-321, 1970. 28. WILLIAMS, W.A.; LOOMIS, R.S.; LEPLEY, C.R. Vegetative growth of corn as affected by population density II. Components of growth, net assimilation rate and leaf-area index. *Crop Science*, Madison, 5: 215-19, 1965.