

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

DENSIDADES DE PLANTAS E PRODUTIVIDADES DE VARIEDADES E HÍBRIDO DE MILHO SOB IRRIGAÇÃO

MILTON JOSÉ CARDOSO¹, ADERSON SOARES DE ANDRADE JÚNIOR² e BRÁS HENRIQUE NUNES RODRIGUES³

RESUMO - Avaliou-se, sob irrigação por aspersão o comportamento das variedades BR 5006 Fidalgo, BR 5011 Sertanejo e do híbrido duplo BR 201 de milho, nas densidades de 2, 4, 6, 8 e 10 plantas.m⁻², em Teresina e Parnaíba, PI, respectivamente, em solos Aluvial Eutrófico e Areias Quartzosas Álica e Distrófica. O delineamento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial, e quatro repetições. Em Teresina, a adubação foi de 10-60-30 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e k₂O e em cobertura 40 kg.ha⁻¹ de N, sendo a metade por ocasião da oitava folha e o restante na décima segunda folha. Em Parnaíba a adubação foi de 20-60-30 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e k₂O mais 2 kg de zn e em cobertura 50 kg.ha⁻¹ de N, com aplicações idênticas as do ensaio anterior. As lâminas líquidas aplicadas nos ensaios foram de 550 mm em Teresina e 711 em Parnaíba. A BR 201 (6831 kg.ha⁻¹) e a BR 5006 Fidalgo (6610 kg.ha⁻¹) tiveram produtividades semelhantes porém superiores (P < 0,05) a da BR 5011 Sertanejo (5793 kg.ha⁻¹). O componente número de espiga por área foi o principal responsável por esta diferença. A resposta dos genótipos a densidades foi quadrática, com produtividade máxima de 7414 kg.ha⁻¹, obtida com 7,25 plantas.m⁻². Em Parnaíba, o BR 201 (5242 kg.ha⁻¹) não diferiu em produtividade da BR 5006 Fidalgo (4820 kg.ha⁻¹) diferindo (P<0,05) da BR 5011 Sertanejo (4613 kg.ha⁻¹), sendo o número de espiga por área, o número de grãos por espiga e o peso de cem grãos os componentes responsáveis. Houve resposta quadrática da produtividade a densidade com uma máxima de 5937 kg.ha⁻¹, obtida com 8,98 plantas.m⁻². As produtividades médias dos genótipos nos dois locais, com eficiência do uso da água foram, respectivamente, de 6411 kg.ha⁻¹ e 11,7 kg.ha.mm⁻¹ e 4892 kg.ha⁻¹ e 6,9 kg.ha⁻¹.mm⁻¹, em Teresina e Parnaíba.

INTRODUÇÃO

Em agricultura de sequeiro, o agricultor investe menos em tecnologias mais avançadas, em função do risco que a cultura está sujeita principalmente ao fenômeno conhecido como verânico. Este fenômeno de estiagem tem comprometido, em maior ou menor grau, a produção, dependendo da duração, da frequência com que ocorre, como também do estágio fenológico da planta (Espinoza et al., 1980; Resende et al., 1993; Cardoso et al., 1993).

¹ Eng. Agr. Dr. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (CPAMN), Caixa Postal 01, CEP. 64006-220 Teresina, PI.

² Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA/CPAMN

³ Eng. Agric., M.Sc., EMBRAPA/CPAMN CEP 64002-020 Parnaíba, PI.

A prática da irrigação é considerada uma alternativa eficiente, seja para a produção da cultura na época sem chuva, como suplementação de água quando da ocorrência dos verânicos, como na época chuvosa.

Em agricultura irrigada um dos maiores problemas nos sistemas produtivos, em cultura de ciclo anual, é a identificação de alternativas de cultivos, principalmente para a época sem chuva. Neste caso Resende et al. (1990) enfoca o milho como uma das alternativas, desde que a produtividade esteja acima dos custos de produção, que está em torno de 5,0 t.ha⁻¹ de grãos.

Um outro fator que deve ser considerado em agricultura irrigada e de sequeiro é a interação entre a densidade de plantas e a disponibilidade de águas e nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio, pois constitui aspecto importante na escolha apropriada da densidade. Munodstock (1970), estudando a relação entre densidade de planta e disponibilidade de águas para o milho, verificou que quando a precipitação pluvial foi irregular ou muito baixa, densidades menores proporcionava menores produtividades. Sob condição de baixo teor de umidade no solo Espinoza et al. (1980) observaram que a densidade de 2 plantas.m⁻² era a mais indicada. Com irrigação suplementar as melhores densidades variaram de 4 a 6 plantas.m⁻². Dale & Shaw (1965) e Alessi & Power (1975), em condições de deficiências hídrica no solo, não observaram efeitos das densidades de 2 a 4 plantas.m⁻². As menores densidades proporcionaram espigas mais pesadas e um maior número de espigas por planta.

Pesquisas executadas no município de Sete Lagoas, MG, com milho irrigado, mostraram que uma densidade em torno de 6,0 plantas.m⁻² com espaçamento de 90 cm entre linhas, apresentaram produtividades de grãos máximas.

Este estudo visou a obtenção de informações sobre a produtividade de grãos e seus componentes na cultura do milho quando submetido a diferentes densidades de plantas, em condições de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano de 1992, durante o período pós-chuva, nas bases físicas da EMBRAPA/CPAMN, nos municípios de Teresina e Parnaíba, PI. Os solos das áreas experimentais são Aluvião Eutrófico (Teresina) e Areias Quartzosas (Parnaíba). Na Tabela 1, são apresentadas características geográficas dos municípios e informações químicas das áreas experimentais.

TABELA 1. Características dos municípios e dos solos onde foram conduzidos os experimentos.

Município	Altitude m	Latitude S	Longitude W	Precipitação* mm	pH H ₂ O (1:2,5)	P		Ca ²⁺ +Mg ²⁺ mE%	Al ³⁺ **
						ppm	ppm		
Teresina	72	5° 05'	42° 48'	1319	6,0	20	123	4,6	0,0
Parnaíba	50	3° 15'	41° 38'	1139	5,5	8	51	2,6	0,0

Fonte: *SUDENE (1990)

**Laboratório de Fertilidade de Solos

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 de milho: BR 5006 Fidalgo, BR 5011 Sertanejo e BR 201, e cinco densidades (2, 4, 6, 8, e 10 plantas.m⁻²).

A adubação de fundação, em Teresina, correspondeu a 400 kg.ha⁻¹ da mistura de sulfato de amônio (50 kg), superfosfato simples (300 kg) e cloreto de potássio (50 kg). Em cobertura, 200 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio, sendo a metade por ocasião da oitava folha e o restante por ocasião da décima segunda folha, de acordo com Hanway (1963). No experimento instalado no município de Parnaíba, a adubação de fundação foi de 460 kg.ha⁻¹ da mistura de sulfato de amônio (100 kg), superfosfato simples (300 kg), cloreto de potássio (50 kg) e sulfato de zinco (10 kg). Como cobertura 250 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio, com aplicações idênticas a do experimento anterior.

A irrigação foi feita através de um sistema de aspersão convencional, com aspersores espaçados de 18 x 18 m. O manejo da irrigação foi baseado na utilização conjunta do Tanque Classe "A" e tensiometria de mercúrio. O coeficiente do Tanque (k_p) e coeficiente da cultura (k_c) foram definidos em função das condições climatológicas locais e de acordo com Hargreaves (1974) e Doorembos & Pruitt (1976).

As lâminas líquidas utilizadas durante os ciclos da cultura foram 550 mm (Teresina) e 711 mm (Parnaíba). A eficiência do uso de água foi calculada pela relação de produtividade de grãos com a lâmina líquida.

Os caracteres agrônômicos observados foram: número de espiga por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE), peso de grãos por espiga (PGE), peso de 100 grãos (PCG) e produtividade de grãos (PG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de variância dos caracteres de milho avaliados nas diferentes densidades, no município de Teresina, PI. Foram encontrados valores de F significativos (P < 0,05) para todos os caracteres estudados em função da densidade, enquanto para cultivar houve efeito significativo (P < 0,01) somente para os caracteres número de espigas por planta e produtividade de grãos.

TABELA 2. Quadrados médios dos caracteres número de espigas por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE), peso de grãos por espiga (PGE), peso de 100 grão (PCG) e produtividade de grãos (PG) de variedades e híbridos de milho em cinco densidades de plantas sob irrigação. Teresina, 1992.

Fonte de variação	GL	NEP	NGE	PGE	PCG	PG
Blocos	3	0,0113	5336,806**	372,4837*	6,950**	1,1713
Cultivares (C)	2	0,0787**	1920,8041	216,4903	0,1167	5,9727**
Densidades (D)	4	0,4794**	46784,0664**	6702,2338**	6,3750**	15,0517**
C X D	8	0,0148	4571,9770	623,9549	1,3250	1,0871
Resíduo	42	0,0067	867,8938	101,7354	0,7000	0,6998

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

Na Tabela 3 observa-se que o híbrido duplo BR 201 e a variedade BR 5006 Fidalgo tiveram produtividades médias de grãos semelhantes e superiores ($P < 0,05$) a da variedade BR 5011 Sertanejo. O caracter número de espiga por área foi o principal componente para esta diferença. Resultados com a mesma tendência foram obtidos por Willey & Heath (1970), Tetio - Kagho & Gardner (1988) Cardoso et al. (1994).

TABELA 3. Produtividade de grãos (PG) e componentes de variedades e híbrido de milho em cinco densidades de plantas sob irrigação. Teresina, PI, 1992¹.

Cultivar	Dens. de plantas 1.000/ha	NEP	NGE	PGE (g)	PGC (g)	PG kg.ha ⁻¹
BR 5006 Fidalgo	2	1,29	408	146	35,75	4305
	4	1,16	406	140	34,50	6696
	6	1,10	331	111	33,75	7253
	8	0,95	306	101	33,00	7695
	10	0,86	278	92	33,00	7103
Médias		1,07 a	345,80	118	34,00	6610 a
BR 5011 Sertanejo	2	1,21	476	167	35,00	4752
	4	1,17	346	117	34,00	5791
	6	0,92	328	111	33,75	6178
	8	0,92	304	100	33,00	6858
	10	0,77	220	74	33,50	5388
Médias		0,99 b	334,80	113,00	33,85	5793 b
BR 201	2	1,37	398	134	33,75	4378
	4	1,36	396	136	34,75	7427
	6	1,10	364	125	34,25	7522
	8	1,02	314	104	33,25	7453
	10	0,77	303	101	33,50	7373
Médias		1,12 a	354,40	120,00	33,90	6831 a

¹Médias, na coluna, seguida pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

NEP = Número de espigas por plantas

NGE = Número de grãos por espiga

PGE = Peso de grãos por espiga (g)

PCH = Peso de cem grãos (g)

A resposta das cultivares a densidade foi quadrática e representada pela equação $Y = 2,04379 + 0,14802X - 0,00102X^2$, $R^2 = 0,96$. A produtividade máxima estimada foi de 7.414 kg.ha⁻¹, obtida com uma densidade de 7,25 plantas.m⁻².

Os dados do experimento executado no município de Parnaíba, PI, mostram que não houve efeito ($P > 0,05$) do caracter peso de grãos por espiga em relação as cultivares (Tabela 4). Foi observado efeito ($P < 0,01$) da densidade para os caracteres número de espiga por planta e produtividade de grãos. O híbrido BR 201 não diferiu em produtividade da variedade BR 5006-Fidalgo, diferindo ($P < 0,05$) da variedade BR 5011-Sertanejo (Tabela 5).

A resposta da produtividade e densidade foi quadrática $Y = 1,01653 + 0,10958X^2$ e $R^2 = 0,99$, com produtividade máxima estimada de 5.937 kg.ha⁻¹, obtida com 8,98 plantas.m⁻².

TABELA 4. Quadrados médios dos caracteres número de espigas por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE), peso de grãos por espiga (PGE), peso de cem grão (PCG) e produtividade de grãos de variedades e híbridos de milho em cinco densidades de plantas sob irrigação, Teresina, 1992.

Fonte de variação	GL	NEP	NGE	PGE	PCG	PG
Blocos	3	0,0296	12507,3710*	1491,2160**	4,5224	5,1496**
Cultivares (C)	2	0,1654*	897,0600	897,0600	9,7550*	2,05886*
Densidade (D)	4	0,8228*	490,8607	490,8607	7,7626	18,146**
C X D	8	0,0160	516,1573	516,1573	5,5350	1,0399
Resíduo	42	0,0268	309,7116	309,7116	3,0012	0,4928

* (P < (0,05)

** (P < 0,01).

TABELA 5. Produtividade de grãos (PG) e componentes de variedades e híbridos de milho em cinco densidades de plantas, sob irrigação. Parnaíba, PI, 1992¹.

Cultivar	Dens. de plantas 1.000/ha	NEP	NGE	PGE (g)	PGC (g)	PG kg.ha ⁻¹
	2	1,43	327	99	30,41	2840
BR 5006	4	1,10	372	111	29,86	4698
Fidalgo	6	0,90	370	108	28,36	5583
	8	0,81	366	104	27,96	5508
	10	0,79	331	87	26,26	5473
Médias		1,01 b	355,20 ab	101,80	28,57 b	4820 ab
	2	1,42	352	106	30,01	3025
BR 5011	4	1,14	367	113	30,76	4271
Sertanejo	6	1,10	319	94	29,52	5327
	8	0,94	298	94	31,45	5373
	10	0,78	268	75	28,08	5069
Médias		1,08 ab	320,80 b	96,40	29,96 a	461,3 b
	2	1,67	328	95	28,87	2877
	4	1,20	375	107	28,67	4548
BR 201	6	1,08	374	110	29,65	5329
	8	1,07	393	119	30,14	6304
	10	0,91	398	117	29,49	7154
Médias		1,19 a	373,60 a	109,60	29,36 b	5242 a

¹ Médias, na coluna, seguida pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

NEP = Número de espigas por plantas

NGE = Número de grãos por espiga

PGE = Peso de grãos por espiga (g)

PCH = Peso de cem grãos (g)

As produtividades médias de grãos nos dois municípios com eficiência do uso de água foram, respectivamente, de 6.411 kg.ha⁻¹ e 11,7 kg/ha⁻¹/mm⁻¹ e 4.892 kg.ha⁻¹ e 6,9 kg/ha⁻¹/mm⁻¹ em Teresina e Parnaíba. O que mostra a melhor eficiência das plantas de milho na utilização de água para produção de alimentos nas condições de Teresina, PI. Isto provavelmente está relacionado as condições edafoclimáticas mais favoráveis do local de execução do experimento, ou sejam solo Aluvial Eutrófico, com melhores condições de fertilidade do solo, retenção de umidade e vento moderado, o que favoreceram o desenvolvimento e o crescimento da cultura (Williams, 1968; Espinoza et al., 1980; Resende et al., 1993; Oliveira, 1993).

Nos dois locais o caracter número de espiga por planta foi maior na menor densidade (2 plantas.m⁻²), entretanto não permitiu que a produtividade de grãos fosse aumentada em relação aos demais. Isto evidencia que o número de espiga por planta obtido nas outras densidades proporcionaram maior número de espiga por área e conseqüentemente maior peso espiga por área e maior produtividade de grãos. Estes dados estão de acordo com os obtidos por Espinoza et al. (1980), Pereira Filho et al. (1991), Cardoso et al. (1993), Cardoso et al. (1994).

CONCLUSÕES

1. Nos dois locais a produtividade média de grãos de milho foi afetada pela densidade de plantas de maneira quadrática.
2. As plantas de milho utilizaram melhor a água em solos do tipo Aluvial Eutrófico.
3. O maior número de espiga por planta de milho obtido na menor densidade não proporcionou aumento na produtividade de grãos.

LITERATURA CITADA

- ALESSI, J.; POWER, J.F. Effect of plant spaling on phenological development of early and midseason corn hybrids in semiarid region. *Crop Science, Madison*, v. 15, p. 179-81, 1975.
- CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B.; MELO, F. de B. Arranjo populacional no consórcio milho x feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em regime de sequeiro. *Revista Ceres, Viçosa*, v. 41, n. 233, p. 19-27, 1994.
- CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B.; MELO, F. de B. Densidades de plantas no consórcio milho x caupi sob irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.28, n.1, p. 93-99, 1993.
- DALE, R.F.; SHAW, R.N. Effect on corn yields of moisture stress and stand at two fertility levels. *Agronomy Journal, Madison*, v. 57, p. 475-9. 1965.

- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de água de los cultivos** Roma: FAO, 1976. 194 p. (Riego e Drenaje, 24).
- ESPINOZA, M.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L.A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao deficit hídrico na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.85-95, 1980.
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, p. 487-91, 1963.
- HARGREAVES, F.H. Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brasil. Logan: Utah State University, 1974. 123p.
- 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. 18-27, 1970.
- OLIVEIRA, F.J. de. Combinações de espaçamento e populações de plantas de caupi e de milho em monocultivo e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 8, p. 931-945, 1993.
- PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.L.; 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, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.
- RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Cultura do milho irrigado. In BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 237-248.
- RESENDE, M.; ALVES, V.M.C.; FRANÇA, G.E.; MONTEIRO, J.A. Manejo de irrigação e fertilizante na cultura do milho. **Informe Agropecuário Belo Horizonte**, v. 14, n. 164, p. 26-34, 1990.
- 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, v.80, p.935-940, 1988.
- WILLIAMS, W.A.; LOOMIS, R.S.; DUNCAN, W.G.; DOVERT, A.; MUNES, F. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain of corn. **Crop Science**, Madison, v.8, p. 303-308, 1968.
- WILLEY, R.W.; HEATH, S.B. The quantitative relationships between plant population and crop yield. **Advance in Agronomy**, v. 21, p. 281-321, 1970.