



**EMGOPA**

Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária  
Vinculada à Secretaria da Agricultura

Rua 58 nº 94 - Centro - Ed. Waldemar Dutra - Cx. Postal 49  
74.130 - Goiânia - Goiás

Nº 46 mar/90 Tiragem 700 p1/11

ISSN 0102-0773

# PESQUISA EM ANDAMENTO

## DENSIDADE DE PLANTIO EM CULTIVARES DE MILHO

Renato Ruschel<sup>1</sup>

Francisco J.P. Zimmermann<sup>2</sup>

A população de plantas é, juntamente, com o potencial genético e a disponibilidade de água, luz e nutrientes, forte determinante da produtividade de uma lavoura de milho. O número de plantas por área é determinado pela distância entre as linhas de plantio e a densidade de plantas na linha. Distâncias entre linhas que variam de 50 a 120 cm têm sido pesquisadas, bem como densidades de 3 a 10 plantas/m<sup>2</sup> ou mais. Distâncias entre linhas inferiores a 75 cm prejudicam o cultivo eficiente do milho e dificultam sua colheita com o maquinário disponível.

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Genética e Melhoramento de Plantas. Pesquisador da EMGOPA. Estação Experimental de Goiânia, Caixa Postal 49, CEP 74130 - Goiânia, GO.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Estatística. Pesquisador da EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 74000 - Goiânia, GO.

A criação de genótipos precoces de milho de porte baixo com maior tolerância para altas densidades populacionais tem levado à redução das distâncias entre linhas. O aumento do rendimento alcançado, com o uso dessa tecnologia, deve-se ao melhor aproveitamento da energia solar interceptada pelas plantas (Denmead et al., 1962).

No Brasil, diversos pesquisadores têm definido populações ótimas para diferentes condições. Viegas et al. (1963), em São Paulo, aconselharam a densidade populacional de 4,2 plantas/m<sup>2</sup>, no espaçamento de 120 cm entre linhas. Resultados obtidos posteriormente indicaram 5 plantas/m<sup>2</sup> em espaçamento de 100 cm entre linhas como a melhor densidade populacional, (Viegas & Peeten, 1987). Diversos autores, variando níveis de fertilidade do solo, encontraram picos de produtividade do milho com densidades populacionais de 6 plantas/m<sup>2</sup> ou próximo disto.

Silva & Mundstock (1972) identificaram dois grupos de cultivares: tolerantes e não tolerantes a alta densidade. As tolerantes permitem o plantio de 7 a 9 plantas/m<sup>2</sup> e as não tolerantes de 5 a 7 plantas/m<sup>2</sup>. Quando cultivares de alto potencial produtivo são analisadas, a população de plantas torna-se um fator limitante nos níveis de rendimento de 10 ou mais toneladas, de grãos/ha. Espaçamentos mais estreitos entre linhas são adotados para a obtenção de altas densidades, evitando-se maior concorrência entre as plantas na linha.

Vários autores têm demonstrado que os genótipos de milho respondem de forma diferente ao aumento de densidade de plantio. Conforme dados da UFRGS (1983), as cultivares precoces toleram maiores densidades do que as tardias. Medeiros et al. (1976) observaram que a cultivar Piranão, de porte baixo, foi mais produtiva na densidade de 5 plantas/m<sup>2</sup> do que o híbrido IAC Hmd 7974, de porte normal, na densidade de 3 plantas/m<sup>2</sup>.

Um ensaio no delineamento de blocos completos ao acaso com quatro repetições em parcelas sub-subdivididas, foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia, da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), em Goiânia, no ano agrícola 1988/89, em solo LVE distrófico de pH 5,5. Nas unidades maiores foram alo- cados dois espaçamentos entre linhas de plantio: 80 e 90 cm. Nas subparcelas, as densidades de 4,0 - 5,0 e 6,5 plantas/ha, para o espaçamento de 80 cm e 4,5 - 6,5 e 7,5 plantas/ha, para o espaça- mento de 90 cm. Nas unidades menores foram sorteadas cinco culti- vares de milho: o híbrido duplo Contimax 322-A, a variedade BR-106, o híbrido Intervarietal EMGOPA 502, a população EG0-17 (P) e o híbrido de populações GO-8801/0, os três últimos desen- volvidos pela EMGOPA.

As sub-subparcelas, para o espaçamento de 90 cm, constaram de três linhas e, para o espaçamento de 80 cm, de quatro linhas de seis metros. Cinquenta centímetros das linhas de milho de cada lado das cabecelas das parcelas não foram consideradas para obtenção de dados.

O milho foi adubado, no plantio, com 20-80-50 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O e mais 40 kg/ha de N, em cobertura, aos 45 dias. A instalação do ensaio foi no dia 21 de dezembro, semeando-se em excesso para posterior desbaste ao "stand" desejado. Não houve deficiência hídrica durante todo o desenvolvimento da planta e enchimento dos grãos.

Os seguintes parâmetros foram obtidos: "stand" na colheita, peso dos grãos, número de espigas boas e espigas desclassificadas, percentagem de plantas acamadas e quebradas, número de dias transcorridos da germinação até o florescimento feminino. O "stand" de plantas verificado por ocasião da colheita foi transformado em população de plantas/ha. O peso de grãos por parcela foi transformado em kg de grãos/ha. Foram calculados o índice de espigas por planta e a percentagem de espigas desclassificadas. Foi feita a análise de variância para todas as variáveis obtidas. Para as densidades de plantio dentro de cada espaçamento foi feito também o estudo de regressão (linear e quadrática), através do uso de polinômios ortogonais. Quando necessário, as médias foram comparadas por meio de teste de Tukey a 5%.

Produção de grãos

As cultivares diferiram em produtividade ( $P < 0,01$ ). A melhor cultivar foi o híbrido Contimax 322-A, posicionando-se em ordem decrescente as cultivares GO-8801/0, EMGOPA-502, EGO-17 (P) e

BR-106 (Tabela 1). A produtividade média observada no espaçamento de 90 cm foi maior ( $P < 0,05$ ) do que no espaçamento de 80 cm, em parte porque no primeiro caso a densidade populacional média foi maior (6,0 plantas/m<sup>2</sup>) e no segundo de 5,2 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela 2).

TABELA 1. Número de plantas/ha, peso de grãos, índice de espigas/planta, dias para o florescimento feminino e percentagem de espigas desclassificadas, de plantas acamadas e quebradas.

CULTIVARES	Plantas/ha <sup>1</sup>	Peso de grãos	Espigas/ planta	Florescimento feminino	Espigas desclas- sificadas	Plantas acamadas	Plantas quebradas
CONTIMAX 322-A	57.492 a	6.989 a	0,9673 a	66,00 b	3,07 c	14,87 ab	3,44 a
EMGOPA-502	54.141 a	6.283 bc	0,9742 a	66,75 b	8,58 b	10,92 b	3,89 a
GO-8801/0	57.171 a	6.470 ab	0,9451 a	64,83 c	12,31 a	13,30 ab	3,70 a
EGO-17(P)	55.707 a	5.905 cd	0,9277 ab	68,92 a	7,07 b	16,81 ab	4,06 a
BR-106	56.376 a	5.626 d	0,8804 b	67,00 b	5,27 bc	20,20 a	3,45 a

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Analizando-se as densidades dentro do espaçamento de 80 cm, a componente quadrática foi significativa, com um pico de rendimento na população maior (6,4 plantas/m<sup>2</sup>). As cultivares EMGOPA-502 E BR-106 não acompanharam esse modelo de produção, não suportando altas densidades de plantio (Tabela 2). As densidades dentro do espaçamento de 90 cm tiveram também uma componente quadrática significativa, porém, desta vez, com um pico na densidade

Tabela 2. Número observado de plantas, peso de grãos, índice de espigas por planta, dias para o florescimento feminino e percentagem de espigas desclassificadas, de plantas acamadas e plantas quebradas.

Espa- camen- to (cm)	Plan- tas/m linear	Cultivares	Plantas/ha	Peso grãos	Espiga/ planta	Florescimento feminino	Espigas		
							desclassifi- cadas	Plantas acamadas	Plantas quebradas
0,80	3,20	CONT.322-A	38.874	6.579	1,0544	64,50	1,58	1,25	0,00
		EMGOPA-502	40.653	6.297	0,9852	65,50	4,70	2,38	0,00
		GO-8801/0	40.457	5.944	0,9872	64,00	8,18	6,74	1,14
		EGO-17 (P)	40.204	5.317	0,9764	68,25	3,64	6,10	1,47
		BR-106	42.607	5.727	0,9320	65,50	3,72	4,45	0,39
	4,05	MÉDIAS	(4,0 pl./m <sup>2</sup> )	5.973	0,9870	65,55	4,37	4,18	0,60
		CONT.322-A	51.517	6.643	0,9345	66,25	2,93	5,15	0,00
		EMGOPA-502	49.417	6.244	0,9614	64,75	5,59	6,46	1,59
		GO-8801/0	53.149	5.832	0,8989	65,25	13,40	8,36	0,60
		EGO-17(P)	49.070	5.772	0,9859	68,75	5,15	9,98	0,69
0,90	5,15	BR-106	51.040	5.399	0,8957	66,25	5,59	7,93	0,93
		MÉDIAS	(5,0 pl./m <sup>2</sup> )	5.979	0,9353	66,25	6,53	7,58	0,76
		CONT.322-A	67.475	7.080	0,9506	66,50	4,80	12,03	6,50
		EMGOPA-502	63.989	5.913	0,9172	68,50	13,09	12,49	5,38
		GO-8801/0	63.565	7.445	0,9863	64,75	10,12	15,46	3,62
	6,08	EGO-17(P)	63.984	6.349	0,9132	69,00	10,73	14,37	5,68
		BR-106	63.437	5.397	0,9041	68,75	5,20	23,72	4,66
		MÉDIAS	(6,4 pl./m <sup>2</sup> )	6.437	0,9343	67,50	8,79	15,61	5,17
		MÉDIAS(0,80) <sup>1</sup>	(5,2 pl./m <sup>2</sup> )	6.129 b	0,9522 a	66,43 b	6,56 a	9,21 b	2,18 b
		CONT.322-A	45.732	6.925	1,0174	64,75	2,80	8,10	1,20
0,90	4,08	EMGOPA-502	38.887	6.177	1,1994	67,25	6,19	11,08	4,53
		GO-8801/0	47.185	6.306	0,9846	64,50	12,60	6,54	2,43
		EGO-17(P)	44.620	6.023	0,9746	68,50	4,61	15,23	2,50
		BR-106	47.545	6.336	0,9371	64,75	3,72	11,56	3,11
		MÉDIAS	(4,5 pl./m <sup>2</sup> )	6.354	1,0226	65,95	5,98	10,50	2,76
	5,65	CONT.322-A	65.660	7.622	0,9489	67,00	2,37	19,17	4,58
		EMGOPA-502	63.283	6.767	0,9177	66,25	10,21	13,58	3,26
		GO-8801/0	63.387	6.860	0,9344	64,75	15,65	9,91	2,27
		EGO-17(P)	62.162	6.268	0,8540	69,25	4,61	23,35	5,40
		BR-106	61.880	6.069	0,8350	67,25	2,76	27,65	2,67
0,90	6,58	MÉDIAS	(6,3 pl./m <sup>2</sup> )	6.717	0,8980	66,90	7,12	18,73	3,64
		CONT.322-A	75.688	7.081	0,8978	67,00	3,92	43,48	8,36
		EMGOPA-502	68.616	6.301	0,8645	68,25	11,71	19,54	8,61
	6,58	GO-8801/0	75.284	6.432	0,8790	65,75	13,94	32,76	12,12
		EGO-17(P)	74.203	5.700	0,8621	69,75	13,70	31,81	8,64
		BR-106	71.743	4.830	0,7784	69,50	10,60	45,92	8,96

<sup>1</sup>Valores seguidos da mesma letra entre médias de espaçamentos, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

média (6,3 plantas/m<sup>2</sup>) e queda de produção na densidade máxima analisada (7,3 plantas/m<sup>2</sup>) (Tabela 2).

As cultivares Contimax 322-A, GO 8801/0 e EG0-17 (P) apresentaram o mesmo padrão de variação de produção, em relação ao aumento de densidade populacional. No espaçamento de 80 cm, alcançaram os melhores rendimentos na maior densidade analisada, que variou de 6,3 a 6,7 plantas/m<sup>2</sup>. No espaçamento de 90 cm, essas cultivares e a EMGOPA 502 apresentaram as mais altas produções em densidades intermediárias que variaram de 6,2 a 6,5 plantas/m<sup>2</sup>. A variedade BR-106 apresentou um padrão diferente, nos dois espaçamentos. As melhores produções foram alcançadas com as menores densidades analisadas, respectivamente 4,2 e 4,7 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela 2).

#### Índice de espigas/planta

O número de espigas por planta caiu, à medida em que a densidade populacional aumentou ( $P < 0,01$ ) (Tabela 2). Este efeito foi quadrático e significativo ( $P < 0,05$ ) para as cultivares no espaçamento de 80 cm entre linhas e não se mostrou significativo para o espaçamento de 90 cm. O aparecimento de plantas sem espigas é resultante da competição entre plantas. Esse efeito ficou bem marcante na densidade de 7,3 plantas/m<sup>2</sup>. Há indicação de que 6,3 plantas/m<sup>2</sup> competem mais entre si e apresentam maior esterilidade no espaçamento de 90 cm do que 6,4 plantas/m<sup>2</sup> no espaça-

mento de 80 cm, o que demonstra que o efeito de competição de plantas para uma mesma densidade populacional pode ser amenizado diminuindo-se a distância entre fileiras de plantio.

A variedade BR-106 mostrou-se menos prolífica do que as demais cultivares e foi a que apresentou maior número de plantas sem espias em todas as densidades de plantio, podendo ser esta, em parte, a razão pela inaptidão para responder a altas densidades populacionais com aumento de grãos.

#### Florescimento feminino

As cultivares diferiram quanto ao número de dias até o florescimento feminino. A cultivar mais precoce foi o híbrido de populações GO-8801/0 e a mais tardia a população EGO-17(P), diferindo em, aproximadamente, quatro dias (Tabela 1). O aumento da densidade populacional provocou, em ambos os espaçamentos entre fileiras de plantio, atraso no florescimento das plantas. Esse retardamento foi, na média geral, de dois dias e o efeito foi de acordo com um modelo quadrático ( $P < 0,01$ ). As plantas espaçadas de 90 cm, que foi o espaçamento que apresentava maior população, na média geral das três densidades analisadas, foram significativamente ( $P < 0,05$ ) mais tardias (Tabela 2).

## Sanidade de espigas

Houve diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre cultivares, quanto a aparência das espigas. O híbrido Contimax 322-A foi o que apresentou menor percentagem de espigas desclassificadas e o híbrido de populações GO-8801/0 a maior (Tabela 1). Independentemente do espaçamento, à medida que se aumentou a densidade populacional, a percentagem de espigas desclassificadas cresceu, duplicando este número na densidade de 7,3 plantas/m<sup>2</sup>. O modelo quadrático foi significativo para ambos os espaçamentos na variação de percentagem de espigas desclassificadas, em função do aumento de densidade (Tabela 2).

## Plantas acamadas e quebradas

As cultivares diferiram na intensidade de acamamento, porém, não houve diferença significativa entre as cultivares na percentagem de colmos quebrados. A cultivar mais resistente ao acamamento foi o híbrido Intervarietal EMGOPA-502 e a mais suscetível ao acamamento foi a variedade BR-106 (Tabela 1). Houve maior acamamento e quebra de plantas, cerca de duas vezes mais ( $P \leq 0,01$ ), no espaçamento de 90 cm entre linhas, espaçamento que, na média das densidades, tinha mais plantas/ha. Os maiores índices de acamamento e quebra deram-se na densidade de 7,3 plantas/m<sup>2</sup>. Dentro de cada espaçamento, à medida que a densidade populacional aumentou, ocorreram mais plantas quebradas ou acamadas (Tabela 2).

Com este trabalho, conclui-se o seguinte.

Com o aumento populacional, as cultivares estudadas reagiram de forma diferente, em relação à produtividade. A variedade BR-106, nos espaçamentos de 80 e 90 cm entre linhas, é mais produtiva, em densidades menores ( $4,2$  e  $4,7$  plantas/ $m^2$ ). As cultivares Contimax 322-A, GO 8801/0 e EGO-17 (P) comportam-se de forma semelhante quanto a variação da densidade, atingindo o pico de rendimento nas densidades de  $6,2$  a  $6,7$  plantas/ $m^2$ . A cultivar EMGOPA 502, no espaçamento de 80 cm, tem resposta semelhante à variedade BR-106 e, no espaçamento de 90 cm, semelhante às demais cultivares analisadas.

Com o aumento da densidade populacional de  $4,0$  para  $7,3$  plantas/ $m^2$ , o índice de espias/plantas decresce e aumenta a freqüência de espias desclassificadas e de plantas acamadas e quebradas, bem como retarda-se o aparecimento dos estílos estigmáticos das espias.

#### REFERÉNCIAS

- DENMEAD, O.T.; FRITSCHEN, L.J. & SHAW, R.H. Spatial distribution of net radiation in a corn field. *Agronomy Journal*, 54(6): 505-10. 1962.

MEDEIROS, J.B. de; CRUZ, J.C. & SILVA, A.F. da. Espaçamento e densidade de plantio nas cultivares Piranão e IAC Hmd 7974.

In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, SP, 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1978. p.433-42.

SILVA, P.R.F. & MUNDSTOCK, C.M. Determinação do efeito de quatro densidades de plantas, no rendimento de grãos e características agronômicas de seis cultivares de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 9., Recife, PE, 1972. Anais... Recife, SUDENE, 1972. p. 199-208.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Densidade de plantas, espaçamento entre linhas e suas influências no rendimento de grãos, penetração de luz e nas características agronômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays L.*) Porto Alegre, RS, 1983.

VIEGAS, G.P.; ANDRADE SOBRINHO, J.D. & VENTURINI, W.R. Comportamento dos milhos H. 6999, Asteca e Gateto em três níveis de adubação e três espaçamentos, em São Paulo, Bragantia, 22 (18): 201-36. 1963.

VIEGAS, G.P. & PEETEN, H. Sistemas de produção. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. (eds.). Melhoramento e produção do milho. 2 ed. Campinas, SP, Fundação Cargill, 1987. p. 451-538.