

## **Produtividade de variedades de milho sobre influência do espaçamento entre linhas e densidade populacional**

Anderson Dallastra<sup>1</sup>, Regiane Slongo Fagundes<sup>1</sup>, Gudrian Schek<sup>1</sup>, Luiz Facchi<sup>1</sup> e Fernando Luiz Rocha Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia, Avenida das Torres n.500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

anderson\_dallastra@hotmail.com, regianesl@uol.com.br, gremista1502@hotmail.com, luizfacchi@ibest.com.br  
auati@certto.com.br

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da cultura do milho sob influência de diferentes espaçamentos e densidades populacionais. O campo experimental foi implantado nas dependências da empresa Melhoramento Agropastoril Ltda, localizada na cidade de Cascavel – Pr, constando de três variedades de milho AM 4001, AM 4002 e AM 4003 (Melhoramento Agropastoril Ltda.), dois espaçamentos entre linhas 0,40 m e 0,80 m e três densidades populacionais 50, 60 e 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Empregou-se o delineamento experimental em faixas constando de três repetições por tratamento. Concluiu-se que não houve diferença significativa entre os fatores avaliados (número de fileiras na espiga, número de grãos na espiga, peso de mil grãos e produtividade), comparado com o espaçamento. Já em relação à variedade o resultado foi significativo, exceto para número de grãos na espiga e em relação à população não houve diferença entre a variável número de grãos na espiga, os demais obtiveram variações com regressão linear apresentando alto grau de determinação.

**Palavra-chave:** variedades de polinização aberta, arranjo de plantas, rendimento de grãos.

### **Corn varieties yield under influence by row spacing and population densities**

**Abstract:** The purpose of this study was to evaluate the yield of the corn crop under the influence of different spacings and densities. It is an established field trials in Agropastoril dependencies company's Improvement Ltd., located in the city of Cascavel - Pr, consisting of three varieties of corn 4001 AM, 4002 AM and 4003 AM (Improvement Agropastoril Ltda.), Two row spacings 0.40 0.80 I myself three population densities 50, 60 and 70 thousand plants ha<sup>-1</sup>. We applied the experimental design consisting of tracks in three replicates per treatment. It was concluded that there was no significant difference among the factors evaluated (number of rows in the ear, number of grains in the ear, a thousand grain weight and yield), compared with the spacing. Already on the range the result was significant, except for number of grains in the ear and in relation to the population there wasn't difference between a variable number of grains in the ear, the other variations obtained with linear regression showing high degree of determination.

**Key word:** open-pollinated varieties, arrangement of plants, grain yield.

### **Introdução**

A produtividade do milho depende de vários fatores, principalmente do manejo e práticas adotadas tais como o arranjo espacial das plantas, definindo o stand adequado bem

como o espaçamento entre linhas a ser utilizado e de suas interações. O conhecimento da melhor combinação destes fatores torna-se indispensável para se obter resultados de produtividade mais significativos (Emygdio e Pereira, 2006).

A distribuição das plantas na área pode se dar de várias formas, onde as variações no espaçamento entre linhas e a densidade populacional afetam diretamente a arquitetura da planta, a absorção de luz, água e nutrientes, já que o milho é uma cultura que responde a essas mudanças.

Um arranjo ideal é aquele que possui uma distribuição uniforme das plantas na linha de plantio, pois assim resultará em uma melhor utilização da luz, água e nutrientes necessários e conseqüentemente uma resposta significativa na produtividade (Fepagro *et al.*, 2005).

O melhoramento genético possibilitou o incremento na produtividade devido a criação de genótipos superiores (híbridos), mais produtivos, resistentes a algumas adversidades e com características que os diferem dos materiais mais antigos no mercado. Porém, de nada adianta essa evolução se não há as condições físicas, químicas e biológicas para que estes materiais expressem seu potencial.

Segundo Emygdio e Pereira (2006), as novas gerações de cultivares de milho de polinização aberta apresentam potencial produtivo muito superior ao das tradicionais variedades crioulas ou locais. Essa superioridade pode ser atribuída, em parte, à própria constituição genética das novas cultivares, em sua maioria, desenvolvidas a partir de linhagens, o que contribui para o aumento do potencial produtivo e maior estabilidade e em parte, ao processo de melhoramento usado no desenvolvimento destas cultivares.

Ainda, segundo Emygdio e Pereira (2006), inúmeros fatores como baixo custo da semente, maior plasticidade sob condições de estresse e possibilidade de produção de semente própria, colocam as cultivares de milho de polinização aberta como uma excelente opção de cultivo para agricultores de pequena propriedade, geralmente com pouco capital e com baixa tecnologia. O custo da semente de uma variedade de milho pode ser até 20% menor que o da semente de híbridos. Ao contrário dos híbridos, as variedades de milho de polinização aberta não apresentam redução no potencial produtivo, quando semeadas na safra seguinte, o que possibilita aos produtores a produção de semente própria.

Com o objetivo de se avaliar o potencial produtivo de variedades de milho de polinização aberta sob efeito de diferentes fatores, utilizou-se de três variedades (AM 4001, AM 4002 e AM 4003 – Melhoramento Agropastoril Ltda.), de dois espaçamentos entre linhas de plantio (0,40 m e 0,80 m) e três densidades populacionais (50, 60 e 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2007 a abril de 2008, nas dependências da empresa Melhoramento Agropastoril Ltda., localizada na cidade de Cascavel-PR, com latitude 24°57'21" S e 53°34'52" O e uma altitude de 714 metros. O solo da área experimental caracteriza-se com Latossolo roxo distrófico argiloso, com alta fertilidade, profundo, com leves ondulações em seu relevo, com vegetação predominante próprio para culturas anuais. O clima classificado como subtropical, com boa pluviosidade e distribuição de chuvas, clima este propício para práticas de culturas anuais, com temperatura média em torno de 19 °C (Souza e Galvani, 2004).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, sendo os tratamentos casualizados em faixas, dentro de cada bloco.

Anterior ao plantio, as sementes receberam tratamento com Cropstar, inseticida sistêmico do grupo neonicotinóide (Imidacloprido) juntamente com inseticida de contato e ingestão do grupo metilcarbamato de oxima (Tiodicarbe) na dosagem de 35 ml para cada kg de semente, sendo que o plantio foi realizado na primeira quinzena do mês de novembro enquadrando-se no zoneamento agroclimático para a cultura na região. A adubação de base realizada utilizando 413 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-20-20 (N-P-K) e para a adubação nitrogenada de cobertura (uréia) 160 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 45-00-00, 21 dias após o plantio.

A variedade de milho AM 4001 utilizada no experimento é uma variedade nova, caracteriza-se por ser de ciclo precoce e grãos semi duros. A variedade AM 4002 caracteriza-se por apresentar ciclo precoce e grãos duros. E, por fim, a variedade AM 4003 caracteriza-se por apresentar ciclo precoce e grãos semi dentados alaranjados. Todas as variedades utilizadas no experimento e citadas neste trabalho estão registrada do Ministério da Agricultura e foram desenvolvidas pela empresa de melhoramento e pesquisa Melhoramento Agropastoril Ltda.

O plantio do ensaio experimental foi realizado manualmente, com os espaçamentos determinados para o ensaio, sendo estes 0,40 m e 0,80 m entre linhas de plantio, como também as populações pré-definidas para o ensaio, sendo 50, 60 e 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Cada cova disposta de três sementes para garantir a germinação e estabelecimento do stand desejado, sendo cada tratamento repetido três vezes. O stand inicial foi determinado 28 dias após o plantio.

Para o controle de plantas invasoras utilizou-se o herbicida seletivo de ação sistêmica comercialmente denominado Atrazine® do grupo químicos das triazinas, na dosagem de 4,0 l ha<sup>-1</sup>, com um volume de calda de 250 L ha<sup>-1</sup>.

Para o controle de insetos pragas, utilizou-se do inseticida Nomolt 150®, sendo o ingrediente ativo teflubenzurom do grupo químico das benzoiluréia, seu modo de ação é inibidor da síntese de quitina, a dosagem utilizada foi de 140 mL ha<sup>-1</sup>. Juntamente utilizou-se outro inseticida denominado Cipermetrina Nortox 250 EC®, sendo o ingrediente ativo cipermetrina do grupo químicos dos piretroídes, seu modo de ação é de contato e ingestão, na dosagem de 70 ml ha<sup>-1</sup>. O número de aplicações bem como os produtos e dosagens, podem ser alterados de acordo com a incidência e severidade do ataque de insetos pragas.

A colheita se deu no momento em que as variedades atingiram o ponto de maturação fisiológica ideal para esta operação. Colheu-se as duas linhas centrais de cada tratamento com o espaçamento de 0,8 m e das quatro linhas centrais para o espaçamento de 0,40 m, perfazendo uma área útil de oito metros quadrados. A produtividade e peso de mil grãos de cada tratamento foi obtida pesando-se os grãos colhidos, descontado a umidade.

Foi realizada através do software Sisvar a análise de variância, teste F, comparação de médias de Tukey e análise de regressão ao nível de 5% de significância (Banzatto e Kronka, 2006).

### **Resultados e Discussão**

Conforme a Tabela 1, o número de fileiras por espiga não foi influenciado pelas variações de espaçamento, contradizendo Palhares (2003), que afirma que a redução do espaçamento promove um aumento significativo no número de fileiras na espiga.

Observa-se na Tabela 1, que o número de grãos por espiga e peso de mil grãos não sofreram influência em relação à variação de espaçamento, sendo estatisticamente semelhante. Resultado semelhante foi determinado por Penariol *et al.* (2003), que não encontrou diferença significativa neste fator em relação à redução do espaçamento. Este resultado revela que não houve variação na competição entre plantas nos diferentes espaçamentos na fase de enchimento de grão.

Para a produtividade, verifica-se que não houve variação em relação ao espaçamento entre linhas de plantio de forma isolada, já que os resultados obtidos são estatisticamente semelhantes. Este resultado pode estar ligado ao fato de que as interações ocorrem com maior expressão quando se trabalha com variações entre espaçamento entre linhas e densidade populacional, resultado este também encontrado por Argenta (2001), onde em seu trabalho com híbridos não encontrou variação nos resultados de produtividade em relação à diminuição do espaçamento entre linhas de plantio.

Outro fator relacionado à não significância do resultado final da produtividade, refere-se à utilização de um experimento com variedades de milho de polinização aberta, ou seja, variedade que possuem uma grande variação genética, com inúmeros genes envolvidos, sendo que alguns desses genes podem ter sido afetados pela variação no espaçamento, porém, a maior parte do restante de genes envolvidos não sofreu alteração, resultando em valores não significativos. Este resultado reforça a afirmativa de as variedades de polinização aberta são mais estáveis em relação a variações tanto do ambiente como do manejo adotado como relata Carvalho (2000), onde cita que a estabilidade em milho está relacionada com a base genética da cultivar.

**Tabela 1** – Número de fileiras na espiga, número de grãos/espiga, peso de mil grãos e produtividade em relação aos espaçamentos entre linhas.

Espaçamento (m)	Número de fileiras na espiga	Número de grãos/espiga	Peso de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1 - 0,40	16,00a	493,82a	348,91 <sup>a</sup>	10768,00a
2 - 0,80	16,15a	505,79a	353,40 <sup>a</sup>	10495,55a
Estatística F	0,84 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>
D.M.S.	0,33	28,61	7,88	377,16

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que houve diferença significativa no número de fileiras por espiga em relação as variedades de milho, sendo que a variedade AM 4001 apresentou resultado superior em relação as demais variedades utilizadas no experimento. A variedade 1 (AM4001) foi a que apresentou melhores resultados comparando-se as demais variedades (AM4002 e AM4003) que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes. Neste caso observamos que a correlação do número de fileiras na espiga e a produtividade foram opostas, havendo um aumento de produtividade com a diminuição linear do número de fileiras na espiga, contradizendo com o resultado encontrado por Balbinot *et al.* (2005).

Com relação ao número de grãos por espiga, nota-se na Tabela 2, que não houve diferença significativa entre as variedades de milho. Resultado este também encontrado por Penariol *et al.* (2003), em seu trabalho com híbridos de milho.

O peso de mil grãos obteve resultados significativos, sendo que as variedades 2 e 3 obtiveram resultados superiores em relação à variedade 1, havendo então interação entre a variedade e o peso de mil grãos. Resultado este, também encontrado por Carvalho (2007) e

também Balbinot *et al.* (2005), que relata que o peso de mil grãos é um dos fatores de maior importância no resultado final da produtividade.

Tratando-se da produtividade, verifica-se na Tabela 2, que houve diferenças significativas entre as variedades utilizadas, sendo que a variedade AM 4003 apresentou resultados mais expressivos, isto pode ser explicado pelo motivo de ser uma variedade recentemente desenvolvida e mais adaptada às condições locais. Mesmo mantendo-se o mesmo número de grãos por espiga, houve um aumento no número de fileiras por espiga e peso de mil grãos, conseqüentemente afetando a produtividade final, no caso havendo um aumento. Esta afirmação condiz com Balbinot *et al.* (2005), onde o mesmo afirma que o número de fileiras por espiga tem influência direta na produtividade.

**Tabela 2** – Número de fileiras na espiga, número de grãos/espiga, peso de mil grãos e produtividade em relação às variedades de milho

Variedade	Número de fileiras na espiga	Número de grãos/espiga	Peso de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1 – AM4001	16,44a	490,56a	338,42b	10.272,93b
2 – AM4002	15,83b	492,82a	355,13 <sup>a</sup>	10.599,40ab
3 - AM4003	15,94b	516,04a	359,92a	11.022,99a
Estatística F	5,42*	1,34 <sup>ns</sup>	11,30*	5,47*
D.M.S. (5%)	0,48	42,26	11,64	557,18

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, verifica-se que o número de fileiras na espiga foi influenciado pela densidade populacional. Sendo que o maior índice encontrado foi na população de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Este resultado pode estar associado ao fato da menor concorrência entre plantas, pois com o aumento linear na densidade populacional ocorreu uma diminuição linear no número de fileiras por espiga.

Com relação ao número de grãos por espiga, nota-se na Tabela 3, que não houve diferença significativa entre as variedades de milho, contradizendo o trabalho feito por Palhares (2003), onde o mesmo encontrou diferenças significativas no número de grãos por espiga. Mesmo com a diferença significativa no número de fileiras na espiga e peso de mil grãos, o número de grãos por espiga se manteve estatisticamente semelhante em relação à população, mas devido a essas interações a produtividade final foi influenciada.

Já o peso de mil grãos, como descrito na Tabela 3, foi influenciado pela densidade populacional, sendo que a população 1 (50 mil plantas ha<sup>-1</sup>) apresentou resultados superiores

em relação aos demais tratamentos. Este resultado pode estar associado ao fato da menor concorrência entre plantas, pois com o aumento linear na densidade populacional ocorreu uma diminuição linear no número de fileiras por espiga.

A produtividade encontrada no experimento foi maior na densidade populacional de 70 mil plantas  $ha^{-1}$ . Houve uma diferença significativa entre os tratamentos como mostra a Tabela 3. Mesmo à densidade populacional de 50 mil plantas  $ha^{-1}$  apresentando resultados superiores nos itens número de fileiras por espiga e peso de mil grãos, a produtividade foi superior na população 3 (70 mil plantas  $ha^{-1}$ ) justamente pelo motivo de ser a maior densidade populacional. Condizendo com Carvalho (2007), onde o autor cita que a produtividade de grãos aumenta com o incremento na população de plantas até atingir um nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente.

Ainda segundo Carvalho (2007), boas condições fertilidade do solo, temperatura, radiação e principalmente disponibilidade hídrica favorecem o aumento da população de plantas.

**Tabela 3** – Número de fileiras na espiga, número de grãos/espiga, peso de mil grãos e produtividade em relação à densidade populacional.

População (plantas $ha^{-1}$ )	Número de fileiras na espiga	Número de grãos/espiga	Peso de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg $ha^{-1}$ )
1- 50.000	16,39	508,32	356,66	9.957,30
2 - 60.000	16,00	509,26	353,06	10.688,25
3 - 70.000	15,83	481,84	343,75	11.249,78
Estatística F	4,16*	2,36 <sup>ns</sup>	7,39*	32,33*

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 4 nos mostra que para o número de fileiras na espiga e peso de mil grãos a regressão linear foi decrescente, havendo uma redução linear das variáveis respostas em função do aumento na densidade populacional com alta correlação amostral em ambos os modelos. Além disso a diferença entre a densidade populacional 1 (50 mil plantas  $ha^{-1}$ ) e a população 3 (70 mil plantas  $ha^{-1}$ ) foi de 0,56 fileiras por espiga. O fato da densidade 3 (70 mil plantas  $ha^{-1}$ ) apresentar valores menos expressivos em relação ao peso de mil grãos pode estar associado a maior concorrência entre plantas e consequentemente em grãos menores e menos pesados.

Para a produtividade houve um incremento na variável resposta em função do número de plantas  $\text{ha}^{-1}$ , indicando uma função linear crescente com  $R^2$  de 0,9943, mostrando máxima correlação amostral.

**Tabela 4** – Equação de regressão linear em função de três populações de plantas

	Equação	$R^2$
Nº. De filerias/espiga	$y=-0,0005x+17,753$	0,9511
Peso de 1000 grãos	$y=-0,0006x+389,89$	0,9388
Produtividade	$y=0,0646x+6754,3$	0,9943

### Conclusões

Através deste trabalho, verificou-se que não houve diferença significativa para nenhuma variável estudada em relação ao espaçamento entre linhas de plantio.

Para o fator variedades, os resultados foram significativos para número de fileiras na espiga, peso de mil grãos e produtividade e apenas para o fator número de grãos por espiga mostrou não ser significativo a nível de 5% de significância. Sendo que a variedade 3 (AM4003) mostrou-se superior em relação às demais variedades de milho de polinização aberta utilizadas neste trabalho, exceto para a variável número de fileiras na espiga.

Por fim, para o fator população, verificou-se que os valores mais expressivos foram encontrados para a população 3 (70 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), a diferença de produtividade entre este tratamento e o tratamento 1 com a menor população (50 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) chegou a 1292,48 kg  $\text{ha}^{-1}$ .

### Referências

ALMEIDA, I.S.; GALVANI, E. diagnóstico da rede de estação meteorológica no estado do paraná, 1889 a 2003. VI SBCG - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, /2004, Aracaju/SE. 12p.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.; BORTOLINI, C.G; FORSTHOFER, E.L; MANJABOSCO, E.A; NETO, V.B. Resposta de híbridos de milho a redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, jan. 2001.

BALBINOT JR., ALVADI A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J.A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 161-166, abr-jun, 2005.



BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**, 4.ed. Jaboticabal : Funep, 2006. 237p.

CARVALHO, H.L.L.; LEAL, M.L.S; SANTOS, M.X; MONTEIRO, A.A.T; CARDOSO, M.J; CARVALHO, B.C.L. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9. Set. 2000.

CARVALHO, I.Q. **Espaçamento entre fileiras e população de plantas de milho**. 2007, 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2007.

EMYGDIO, B. M.; PEREIRA, L. R. Novas Cultivares, BRS Missões: nova cultivar de milho para a região sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.545-547, 2006.

FEPAGRO/EMATER/ASCAR. Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul 2005/2006. REUNIAO TECNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO DO RS (50 E 33: Porto Alegre), 2005. Porto Alegre, 155 p.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PENARIOL, G.F; FILHO, D.F; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, L. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p.52-60, 2003.