

# PRODUTIVIDADE DE MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS

Rodrigo dos Santos\*

Cleber José Pazini\*\*

Renato Cassol de Oliveira\*\*\*

**RESUMO:** No Brasil, o milho (*Zea mays* L.) é cultivado em 3,6 milhões de propriedades agrícolas, com grande diversidade nas condições de cultivo, havendo desde agricultura de subsistência até lavouras que utilizam o mais alto nível tecnológico, alcançado maiores produtividades. O grande avanço em produtividade ocorreu devido à utilização de híbridos modernos, permitindo um melhor aproveitamento de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo da cultura e aumento na densidade de plantas por hectare associado à redução do espaçamento entre linhas. Este trabalho foi conduzido visando a avaliar a produtividade e características fisiológicas de dois híbridos comerciais de milho, sob diferentes densidades populacionais. O experimento foi realizado no município de Santa Tereza do Oeste, com altitude de 760 m., longitude 53° 57' 121" W e latitude 25° 06' 957" S. As plantas de milho foram cultivadas em três blocos casualizados, organizado em fatorial 2x6, sendo dois híbridos (PIONEER – 38R48 e 30F36) e seis populações: 45, 60, 75, 90, 105 e 120 mil plantas por hectare. Verificou-se que a massa de mil grãos é inversamente proporcional ao aumento da população e que a incidência de plantas atípicas,

---

\* Engenheiro Agrônomo graduado pela Faculdade Assis Gurgacz - FAG. E-mail: stsantos9750@yahoo.com.br

\*\* Engenheiro Agrônomo graduado pela Faculdade Assis Gurgacz - FAG. E-mail: jpazini02@yahoo.com.br

\*\*\* Docente Doutor do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade Assis Gurgacz - FAG. E-mail: renato@fag.edu.br

acamadas e quebradas aumenta com o aumento da população para ambos os híbridos. Já a população mais recomendada seria a de 75 e 60 mil plantas por hectare para os híbridos 32R48 e 30F36, respectivamente, onde se obteve a combinação de produtividade (14.351 e 12.966 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) com adaptabilidade fisiológica das plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L.; Densidade; Tecnologia.

## CORN YIELD IN DIFFERENT POPULATION DENSITIES

**ABSTRACT:** Maize (*Zea mays* L.) is cultivated on 3.6 Brazilian million farms, with great diversity in culture conditions, ranging from subsistence agriculture to farms employing state-of-the-art technology for higher yields. High productivity advance has been due to modern corn hybrids, with better fertilizers, more efficient control of weeds, advances in management culture and increase in plant density per hectare associated with a decrease in row spacing. Current trial, which evaluated the productivity and physiological characteristics of two commercial hybrids of maize at different densities, was undertaken in the municipality of Santa Tereza do Oeste PR Brazil, altitude 760 m, longitude 53° 57' 121" W and latitude 25° 06' 957" S. Two hybrids maize plants (Pioneer - 30F36 and 38R48) and six populations: 45, 60, 75, 90, 105 and 120 thousand plants per hectare, were grown in three randomized blocks, arranged in a 2x6 factorial design. Results show that the mass of one thousand grains is inversely proportional to population increase and that the amount of atypical, lying and broken plants increases according to increase in population for both hybrids. The most recommended population would be 75 and 60 thousand plants per hectare for hybrids 32R48 and 30F36, respectively, in which plants' productivity (14,351 and 12,966 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) is coupled to their physiological adaptability.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L.; Density; Technology.

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) no Brasil é de grande importância para o agronegócio nacional, além de ser base de sustentação para a pequena propriedade, constituindo um dos principais insumos no complexo agroindustrial brasileiro, sem falar no mérito dos inúmeros benefícios de sua utilização na rotação de culturas no sistema de plantio direto (TEIXEIRA, 2004). No Brasil, o milho é cultivado em 3,6 milhões de propriedades agrícolas, com grande diversidade nas condições de cultivo, havendo desde agricultura de subsistência até lavouras que utilizam o mais alto nível tecnológico, alcançado mais produtividades (EMBRAPA, 2007).

Nas lavouras americanas, o grande avanço em produtividade ocorreu devido à utilização de híbridos modernos, permitindo um maior uso de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo da cultura e aumento da população de plantas (CARVALHO, 2007).

Tradicionalmente, o espaçamento entre linhas adotado pela maioria dos produtores brasileiros concentra-se entre 0,80 e 0,90 m, devido, principalmente, à inadequação das colhedoras em sistemas que adotam espaçamentos inferiores a 0,80 m. Entretanto, já há disponibilidade no mercado de semeadoras e colhedoras que permitem a adoção de espaçamentos entre linhas de até 0,45 m. Isso viabilizou a utilização de até 72.000 plantas de milho por hectare, sob espaçamento entre linhas de 0,55 m, com aumento de produtividade (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Com a redução do espaçamento, tem-se a necessidade de investimentos por parte do produtor em relação ao maquinário, sendo necessária a aquisição de nova plataforma para a colheita do milho ou a modificação da plataforma já existente. O produtor deve fazer a análise de custos, levando em conta o tamanho da área, período de amortização e produtividade esperada. Plataformas de colheita de espaçamento reduzido já são bastante disponíveis no mercado atualmente. Os

equipamentos utilizados para outras práticas de manejo, como pulverizadores e tratores, devem ter rodados estreitos, que permitam a entrada na lavoura de espaçamento reduzido sem causar danos às plantas. Caso o produtor não possua tais equipamentos, será necessário o investimento em novos equipamentos ou em mudanças na práticas de manejo, como, por exemplo, a utilização da aviação agrícola, ou a antecipação da adubação de cobertura (PEIXOTO; TERRA; ETGES, 2008).

Para Sangoi e colaboradores (2000), plantas espaçadas de forma equidistantes competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores. A variação do espaçamento entre linhas e entre plantas na linha proporciona diferentes arranjos de plantas. Ao definir o melhor arranjo das plantas na área, a escolha da cultivar também deve ser considerada. As cultivares tardias, de porte alto, que produzem muita massa, geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos. Pelo grande desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo, podem sombrear o espaço entre fileiras. Já os híbridos de ciclo menor, com pouco desenvolvimento de massa, tardam a fechar os espaços entre as linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área.

Segundo Molin (2000), em razão do aumento na interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, acréscimos na produtividade podem ser obtidos pelo aumento da densidade de semeadura, associado à redução do espaçamento entre linhas. A redução da competição inter e intraespecífica por esses fatores de produção, obtida pelo melhor arranjo espacial entre as plantas, dá-se pelo aumento da área foliar por unidade de área, a partir dos estádios fenológicos iniciais.

Segundo Sangoi e colaboradores (2001), a população ideal para maximizar a produtividade de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas por hectare, dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo do genótipo, época de semeadura e espaçamento entre fileiras. Quando o número de indivíduos por área é superior à população ótima, há uma série de consequências negativas para a formação da espiga, que podem levar a esterilidade.

Por outro lado, a adoção de uma população, se não for compatível com a

tecnologia empregada na cultura (fertilização, espaçamento, etc), pode inibir a fotossíntese e a adequada alocação dos recursos energéticos da planta (fotoassimilados) na produção de grãos, podendo reduzir o número de grãos por espiga, induzir a esterilidade feminina e contribuir para a assincronia entre emissão de pendão e de espiga. A eficiência na alocação dos fotoassimilados é o que difere os híbridos no que diz respeito à população final de plantas. Alguns híbridos possuem uma maior eficiência e, com isto, apresentam uma maior tolerância à competição intraespecífica (PEIXOTO; TERRA; ETGES, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de dois híbridos de milho cultivados a seis populações.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo foi conduzido na área pertencente ao Sr. Marcos Noro, Fazenda Bela Vista, no município de Santa Tereza do Oeste, com altitude de 760 m,, longitude 53° 57' 121" W e latitude 25° 06' 957" S. O plantio foi efetuado no dia 22/10/2007, a adubação usada na base foi de 42 kg ha<sup>-1</sup> de N (Nitrogênio), 106 kg ha<sup>-1</sup> de P (Fósforo) e 106 kg ha<sup>-1</sup> de K (Potássio), incorporado com semeadora e mais 130 kg ha<sup>-1</sup> de N (Nitrogênio) em cobertura no estágio V<sub>4</sub>. Toda a adubação usada foi conforme necessidade apontada pela análise do solo.

As sementes foram tratadas com inseticida à base de Thiamethoxam e Fipronil para controle de insetos, na dosagem recomendada pelo fabricante. Também foi usado no estágio de V<sub>2</sub> herbicida seletivo à base de Atrazina na dosagem de 4,5 L ha<sup>-1</sup> para controle de plantas daninhas, juntamente com 0,85 L ha<sup>-1</sup> de inseticida à base de Chlorpyrifós, para controle de insetos raspadores e sugadores, no estágio de V<sub>6</sub> foi aplicado novamente inseticida combinando 0,06 L ha<sup>-1</sup> de Spinosad com 0,15 g ha<sup>-1</sup> de Tiodicarbe, repetindo a mesma aplicação no estágio de V<sub>8</sub> para controle de *Spodoptera frugiperda*.

As plantas de milho foram cultivadas em blocos casualizados, com três repetições, organizados em fatorial 2x6, sendo dois híbridos (PIONEER – 38R48, 30F36) e seis populações de 45, 60, 75, 90, 105 e 120 mil plantas por hectare.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 6 m de comprimento mais 1 metro de bordadura, espaçadas 0,45 m entre si. A linha central, descontando-se 0,45 m da bordadura anterior e posterior, foi considerada área útil da parcela para avaliação e obtenção dos resultados.

Realizaram-se as avaliações de porcentagem de plantas normais, quebradas, acamadas no dia da colheita, que se deu no dia 01/04/2008, onde também obtivemos os dados de produtividade e massa de mil grãos. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% de umidade para obtenção da produtividade das parcelas.

A análise estatística foi efetuada usando-se o modelo de análise de variância, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey, tanto para as variedades quanto para os tratamentos, com 5% de significância, utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a análise de variância, envolvendo os dois híbridos, verificou-se que houve diferença significativa a ( $P > 0,05$ ) para a produtividade. O coeficiente de variação encontrado para essa variável nesse estudo foi de 8,67%, significando homogeneidade e baixa dispersão dos dados. Já para a variável massa de mil grãos o coeficiente de variação foi de 12,55% que significa média dispersão dos dados, de acordo com a classificação proposta por Gomes (1984).

As médias de rendimento de grãos de todos os híbridos e populações, obtidas no experimento, encontram-se acima da média estadual paranaense na safra 2008, que de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2008) foi de 7.062 kg ha<sup>-1</sup>. Sendo assim, conclui-se que os híbridos utilizados nesse experimento são de alta capacidade produtiva, pois foram submetidos a várias densidades populacionais e mesmo assim obtiveram resultados muito satisfatórios em todos os tratamentos (Tabela 1).

Para a variável rendimento (kg ha<sup>-1</sup>), o híbrido 32R48 destacou-se na população de 120 mil plantas ha<sup>-1</sup> com produtividade de 14.509,33 kg ha<sup>-1</sup>. Todavia, a população mais recomendada pelo excelente rendimento de grãos e

por apresentar menor perda por ocorrência de plantas quebradas, acamadas e atípicas seria a de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>, a qual apresentou produção de 14.351,33 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

**Tabela 1** Efeito da densidade populacional de milho híbrido 32R48 sobre os parâmetros fisiológicos e produtivos.

Tratamento	Produtividade	Massa mil grãos (g)	PLANTAS		
			Quebradas %	Acamadas %	Anormais %
45.000	10586,6 b	462,6 a	0 a	0 a	0 a
60.000	13966,0 a	424,0 a b	0 a	0 a	0 a
75.000	14351,3 a	324,6 b c	0 a	0 a	3,8 a b
90.000	12225,3 a b	260,0 c	0 a	0 a	4,3 a b
105.000	13852,3 a	248,0 c	3,6 a	2,5 a	8,9 b
120.000	14509,3 a	230,0 c	14,5 b	8,9 b	18,3 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), para as populações do híbrido 30F36 não diferiram estatisticamente entre si ( $P \leq 0,05$ ). Entretanto, verificou-se que a melhor produtividade para este híbrido foi a de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> (12.966,6 kg ha<sup>-1</sup>), bem como não foram encontradas plantas anormais, acamadas ou quebradas.

Os tratamentos com 90, 105 e 120 mil plantas ha<sup>-1</sup>, do híbrido 30F36, também apresentaram boa produtividade, contudo, ocorreram perdas significativas por plantas quebradas (1,2 a 16,4%), acamadas (2,9 a 19,5%) e anormais (11,9 a 28%),

respectivamente.

Para Fornasieri Filho (1992), o aumento populacional modifica as características morfológicas da planta, fazendo que os colmos fiquem mais finos, aumentando assim o acamamento, sendo que tal característica é diferente entre os cultivares. Da mesma forma Argenta (2001a; 2001b) ressalta que o incremento no número de plantas acamadas, quebradas e anormais em relação ao aumento da densidade populacional ocorre, provavelmente, devido ao maior número de plantas competindo por água, luz e nutrientes no mesmo espaço físico, resultando em hastes menos resistentes.

Assim, verifica-se que o híbrido 32R48 respondeu de forma significativa ao aumento populacional, mostrando eficiência na alocação de fotoassimilados e tolerância à competição intraespecífica para a conversão de energia em grãos. Segundo Peixoto (2007), o incremento populacional é a forma mais eficiente de se aumentar a produtividade sob uma mesma tecnologia, desde que não exista nenhum outro fator limitante que esteja contribuindo para a redução da mesma.

Nas densidades populacionais de 45 e 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> obteve-se melhor massa de mil grãos e não obtivemos plantas acamadas, quebras e anormais. Todavia, nestas densidades a produtividade por hectare foi inferior aos demais, para ambos os híbridos (Tabela 1 e 2).

**Tabela 2** Efeito da densidade populacional de milho híbrido 30F36 sobre os parâmetros fisiológicos e produtivos

Tratamento	Produtividade	Massa mil grãos (g)	PLANTAS		
			Quebradas %	Acamadas %	Anormais %
45.000	9893,3 a	443,3 a	0 a	0 a	0 a
60.000	12966,6 a	390,0 a b	0 a	0 a	0 a
75.000	10882,3 a	303,3 b c	0 a	0 a	5,8 a b
90.000	12432,0 a	285,3 c	1,2 a	2,9 a	11,9 a b
105.000	11098,6 a	230,0 c	5,7 a	14,9 b	18,4 b c
120.000	11783,0 a	224,0 c	16,4 b	19,5 b	28,0 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

De acordo com Fornasieri Filho (1992 apud BORGHI; MELLO; CRUSCIOL, 2004), em baixas densidades a produção individual por planta é máxima, mas a produtividade por área é pequena, a espiga é grande e o colmo muito forte e embora a massa de 1000 grãos seja maior, não compensou o menor número de espigas por área, já que a tecnologia utilizada e a influencia climática foram compatíveis para que o híbrido pudesse produzir mais mesmo com o aumento das populações.

Da mesma forma Argenta (2001a) e Penariol (2002) ressaltam que cada híbrido responde à densidade até um nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente, diminuindo com posteriores aumentos na população de plantas. Observa-se que os híbridos testados podem ter alguma

variação específica nas suas características avaliadas, porém, nenhum deles apresentou variação fora dos padrões já conhecidos. Responderam ao aumento da densidade, de acordo com o esperado, ou seja, com o aumento da população diminui o peso dos grãos, porém, o aumento do número de plantas compensa a produtividade, mesmo com o aumento de plantas quebradas, acamadas e anormais.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para o híbrido 32R48 a população de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentou boa produtividade e menor índice de plantas acamadas, quebradas ou anormais. No híbrido 30F36 a população de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> proporcionou a maior produtividade entre as populações e não houve plantas quebradas, acamadas ou anormais. A massa de mil grãos foi maior para ambos os híbridos na população de 45 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

#### **REFERÊNCIAS**

ARGENTA, G.. Resposta de híbridos simples de milho à redução no espaçamento entre linhas. **Pesq. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001a.

\_\_\_\_\_. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001b.

BORGHI, E.; MELLO, L. M. M.; CRUSCIOL, C. A. C.. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 337-345, 2004.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB.

**Acompanhamento de Safras Brasileiras de Grãos.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1028&t=1>>. Acesso em: 23 nov. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do milho.** 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/index.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba, RS: Agropecuária, 2000.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas.** Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho.** Jaboticabal, SP: Funep, 1992.

GOMES, P. F. **Estatística moderna na pesquisa agropecuária.** [S. l.]: Editora Patafos, 1984.

MOLIN, R. **Espaçamento entre e linhas de semeadura na cultura de milho.** Castro, PR: Fundação ABC para Assistência Divulgação Técnica Agropecuária, 2000.

PEIXOTO, C. M. (Ed.). **Tecnologias aplicadas em milho.** [S. l.]: Publicação Pioneer Sementes, maio 2007.

\_\_\_\_\_. Aumento de população e redução de espaçamento. **Revista Pioneer Responde**, v. 2, p. 1-16, 2008.

PENARIOL, F. G.. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade populacional nos períodos de safrinha e safra. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. 2002. **Anais...** Florianópolis, SC: [S. n.], 2002. (1 Cd - Rom).

SANGOI, L. et al.. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short Summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869. 2001.

\_\_\_\_\_. et al.. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.

TEIXEIRA, D, V.. Milho - Superando Limites de Produtividade. **Publicações Técnicas Manah**, n. 166, abr/jun. 2004. Disponível em:<<http://www.manah.com.br/publicacoes-tecnicas/divulgacoes-tecnicas/abrmajun2004---milho---superando-limites-de-produtividade---no166.aspx>> Acesso em: 10 jan. 2009.

*Recebido em: 20 Novembro 2010*

*Aceito em: 12 Abril 2011*