



## DENSIDADES POPULACIONAIS E CRESCIMENTO DE MILHO DOCE

*Renan Soares de Souza<sup>1</sup>, Odair José Marques<sup>2</sup>, Dyane Coelho Queiroz<sup>3</sup>, Ricardo Shigueru Okumura<sup>4</sup>, Pedro Soares Vidigal Filho<sup>5</sup>*

**RESUMO:** O estudo dos efeitos do aumento na densidade de plantas sobre aspectos de crescimento de milho doce foi o objetivo do presente trabalho. Utilizando-se o fatorial 2 x 5, o delineamento experimental foi blocos completos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pela combinação entre os níveis dos fatores híbridos de milho doce (Tropical Plus e RB-6324) e densidades populacionais (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>), em dois anos agrícolas (2009 e 2010). Foi possível a realização da análise conjunta de experimentos para as características de crescimento da parte aérea altura média de inserção de espiga (cm) e diâmetro médio de colmo (cm). O incremento populacional proporcionou, de maneira geral, acréscimo na altura de inserção de espiga e redução no diâmetro de colmo, devido às mudanças fisiológicas ocorridas, que resultam em estiolamento e possíveis maiores taxas de acamamento ou quebramento de colmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características de crescimento de milho doce, densidade de semeadura, milho especial, *Zea mays* L.

### 1 INTRODUÇÃO

A principal característica do milho doce é possuir pelo menos um dos oito alelos mutantes, que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, aumentando a quantidade de açúcares livres e reduzindo o teor de amido (Oliveira Júnior et al., 2007).

Dentre as maneiras de se realizar diferentes arranjos de plantas, a densidade populacional é a que tem relação direta com o rendimento de grãos de milho, já que pequenas alterações na população implicam modificações relativamente grandes no rendimento final (Sangoi et al., 2007).

Em populações de plantas aumentadas, a menor fotooxidação da auxina no meristema apical, assim como a dominância apical gerada pela resposta luminosa do fitocromo, estimula a alongação celular. Desta forma, os entrenós do colmo são mais longos, aumentando a estatura da planta e a altura de inserção de espigas. Além disso, a maior competição intra-específica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo, que se torna mais

<sup>1</sup> Doutorando em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). nansoares86@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Agronomia da UEM, Maringá – Paraná. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). ojmarques@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Agronomia, Cruz das Almas – Bahia. dyanecq@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando em Agronomia da UEM, Maringá – Paraná. Bolsista da CAPES. ricardo\_okumura@hotmail.com

<sup>5</sup> Orientador, Professor Doutor do Curso de Graduação e Pós-graduação em Agronomia, e Pós-graduação em Genética e Melhoramento da UEM, Maringá – Paraná. vidigalfilho@gmail.com

fino, aumentando a possibilidade de acamamento/quebramento de plantas (Sangoi et al., 2002).

A influência da densidade populacional na resposta fenotípica do milho doce foi pouco estudada. Assim, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos da população de plantas sobre características de crescimento da parte aérea, no período de cultivo de “Verão”, na região Noroeste do Paraná.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados e conduzidos nos anos agrícolas de 2009 e 2010, como safras de “Verão”, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), de propriedade da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situada no Distrito de Iguatemi, no município de Maringá, região Noroeste do Paraná. O solo das áreas experimentais foi classificado como Nitossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006), de textura argilosa, sob condições regionais de clima subtropical, isto é, do tipo Cfa, conforme classificação de Köppen. Antes da semeadura, amostras de material de solo foram coletadas, em 2009 e 2010, nas profundidades de 0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m, e analisadas em laboratório. Os dados climatológicos foram coletados por meio da estação meteorológica do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da FEI e também monitorados.

O delineamento experimental adotado foi blocos completos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial de 2 x 5. A combinação entre dois genótipos de milho doce, Tropical Plus e RB-6324, ambos da Syngenta Seeds Ltda. e precoces, com cinco populações de plantas (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>), utilizando-se de um único espaçamento entre linhas, de 0,90 m, constituíram os tratamentos, que foram avaliados em dois anos agrícolas (2009 e 2010). A densidade populacional foi ajustada através da variação do espaçamento entre plantas na linha de plantio, isto é, do número de plantas por metro linear de plantio.

A calagem foi efetuada com calcário dolomítico (PRNT 80%) nas doses de 1,37 t ha<sup>-1</sup> (2009) e 1,93 t ha<sup>-1</sup> (2010) e a adubação de semeadura foi realizada, em ambos os anos agrícolas, com doses de 20, 80 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, nas formas de Sulfato de Amônio, Superfosfato Triplo e Cloreto de Potássio, respectivamente.

Em 2009 e 2010, sete dias antes da semeadura, objetivando-se eliminar as plantas daninhas das áreas experimentais, foi realizada a dessecação pré-semeadura, conforme recomendações de Andrei (2005). Da mesma forma, foi efetuado o tratamento de sementes, para controle inicial de pragas e doenças, e o preparo do solo foi o convencional, em ambos os anos agrícolas. A semeadura foi manual, realizada por meio de matracas, colocando-se duas sementes por cova. A seguir, quando as plantas atingiram o estágio fenológico V<sub>2</sub>, eliminou-se a planta mais fraca, restando apenas uma planta por cova. No estágio V<sub>4</sub>, efetuou-se a adubação nitrogenada de cobertura com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de Sulfato de Amônio. Hidricamente, a cultura foi suplementada com irrigação (aspersão), quando necessário, durante a condução de todos os experimentos, e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado de acordo com recomendações de Andrei (2005).

As seguintes características de crescimento da parte aérea foram avaliadas: altura média de inserção de espiga (cm) e diâmetro médio de colmo (cm). A princípio, a homocedasticidade foi verificada, por meio da análise de variância individual dos dados experimentais. Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta, a fim de observar o efeito das interações entre os fatores investigados sobre as variáveis resposta avaliadas. O desdobramento da densidade populacional foi estudado mediante o emprego da análise de regressão polinomial, observando-se a significância dos coeficientes de regressão, de acordo com o teste t de Student. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico Sisvar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados da análise de variância conjunta, para altura média de inserção de espiga, ainda que não tenha sido observada interação tripla significativa entre fatores, constatou-se que os desdobramentos da população de plantas dentro dos dois híbridos utilizados, no ano agrícola de 2009, e dentro de Tropical Plus, no ano agrícola de 2010, foram significativos (Tabela 1). Para diâmetro médio de colmo, a interação tripla foi significativa, sendo o único desdobramento não significativo o da população de plantas dentro de Tropical Plus em 2010 (Tabela 1).

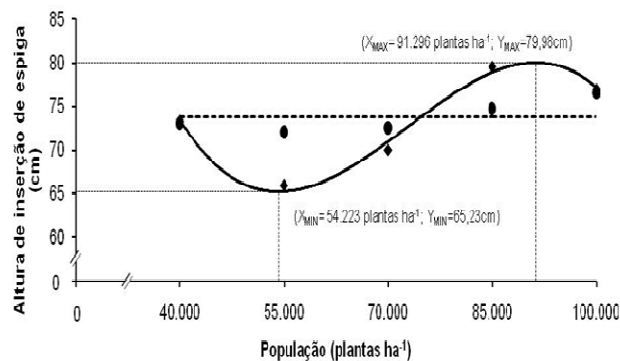
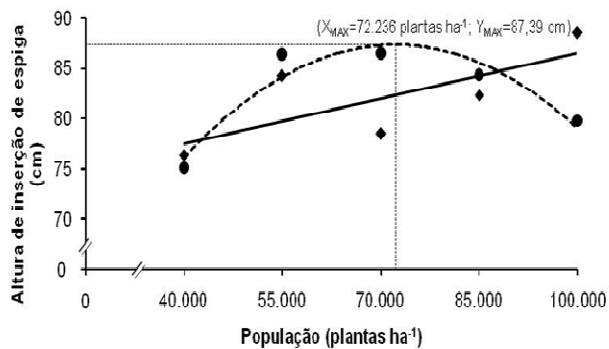
**Tabela 1:** Resumo da análise de variância conjunta referente à altura média de inserção de espiga (AIE) e diâmetro médio de colmo (DC) de dois híbridos de milho doce em cinco densidades populacionais e dois anos agrícolas.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		AIE	DC
P x H x Ano	4	40,450500 <sup>ns</sup>	0,242989*
P / H1 Ano 1	4	92,227000*	0,282267*
P / H2 Ano 1	4	96,923000*	0,206558*
P / H1 Ano 2	4	117,638000*	0,054370 <sup>ns</sup>
P / H2 Ano 2	4	13,750000 <sup>ns</sup>	0,209120*
Bloco/Ano	6	86,308500*	0,180572*
Resíduo	54	32,401463	0,044548
Média Geral (cm)		77,35	2,44
C.V. (%)		7,31	8,65

\*Significativo ( $P < 0,05$ ) e ns – não significativo ( $P > 0,05$ ), pelo teste F. (P) Densidade Populacional; (H) Híbrido; (H1) Tropical Plus; (H2) RB-6324; (Ano 1): 2009 e (Ano 2): 2010.

No primeiro ano, o híbrido Tropical Plus apresentou comportamento linear crescente da altura de inserção de espiga, em função do aumento na densidade populacional. A cada 10.000 plantas por hectare adicionadas à lavoura de milho doce, verificou-se um acréscimo aproximado de 1,50 cm na altura de inserção de espiga (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Penariol et al. (2003). Ainda no ano agrícola de 2009, o comportamento quadrático da altura de inserção de espiga, em função do aumento na população de plantas, foi significativo, para o híbrido RB - 6324. Houve um acréscimo na característica, de 40.000 a 72.236 plantas  $ha^{-1}$ , onde se obteve o máximo valor de altura de espiga (87,39 cm), ocorrendo posterior redução até 100.000 plantas por hectare (Figura 1). Esta resposta pode estar associada a uma maior tolerância à competição intra-específica, com o incremento na população de plantas, pelo híbrido RB - 6324, conforme reportado por meio de resultados semelhantes por Merotto Júnior et al. (1997).

Para Tropical Plus, no ano agrícola de 2010, embora tenha sido observado modelo polinomial cúbico significativo, foi possível constatar aumento na altura de espiga, da população de 54.223 plantas  $ha^{-1}$ , que obteve o menor valor da característica (65,23 cm), até a população de 91.296 plantas  $ha^{-1}$ , que apresentou o máximo valor da variável resposta (79,98 cm) (Figura 1). O aumento observado foi reportado de modo semelhante por Penariol et al. (2003).



—●— H1  $\hat{Y} = 71,5633333^* + 1,4966666 \cdot 10^{-4} \cdot X$   $R^2=0,55$

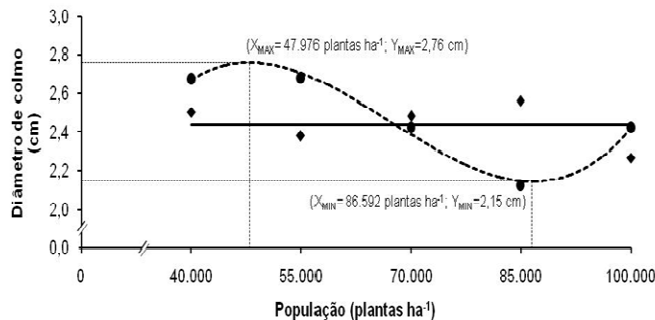
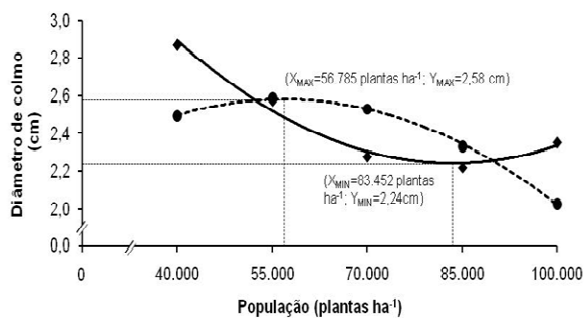
—○— H2  $\hat{Y} = 30,984285^* + 1,5616666 \cdot 10^{-3} \cdot X - 1,080952 \cdot 10^{-8} \cdot X^2$   $R^2=0,91$

—●— H1  $\hat{Y} = 252,210202^* - 8,598981 \cdot 10^{-3} \cdot X + 1,263862 \cdot 10^{-7} \cdot X^2 - 5,790123 \cdot 10^{-13} \cdot X^3$   $R^2=0,98$

—○— H2  $\hat{Y} = \bar{Y} = 73,75$  cm

**Figura 1:** Altura média de inserção de espiga dos híbridos de milho doce Tropical Plus (H1) e RB-6324 (H2), em função da densidade populacional de plantas, no ano agrícola de 2009 (esquerda) e 2010 (direita). \*Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student.

Em 2009, para Tropical Plus, estimou-se que o menor valor de diâmetro de colmo analisado (2,24 cm) foi obtido com 83.452 plantas  $ha^{-1}$ , enquanto que para RB - 6324, o máximo valor de diâmetro (2,58 cm) foi observado com 56.785 plantas  $ha^{-1}$  (Figura 2). No ano agrícola de 2010, enquanto que para Tropical Plus constatou-se que a variável resposta estimada foi igual à variável resposta média, comportando-se de maneira constante, em função do aumento populacional, para RB – 6324, a característica respondeu de maneira cúbica a essa variação. Notadamente, observou-se que entre a população que obteve o maior valor de diâmetro (2,76 cm), que foi 47.976 plantas  $ha^{-1}$ , e a que obteve o menor valor (2,15 cm), que foi 86.592 plantas  $ha^{-1}$ , houve redução da variável resposta avaliada. Além disso, apesar da característica ter aumentado de valor, de 86.592 plantas  $ha^{-1}$  a 100.000 plantas  $ha^{-1}$ , os diâmetros de colmo sempre foram menores que os obtidos abaixo de 70.000 plantas  $ha^{-1}$  (Figura 2). A tendência de redução do diâmetro de colmo com o incremento populacional também foi reportado por Porter et al. (1997) e Mantine (2008).



—●— H1  $\hat{Y} = 4,639444^* - 5,748888 \cdot 10^{-5} \cdot X + 3,444444 \cdot 10^{-10} \cdot X^2$   $R^2=0,98$

—○— H2  $\hat{Y} = 1,611968^* + 3,416111 \cdot 10^{-5} \cdot X - 3,007936 \cdot 10^{-10} \cdot X^2$   $R^2=0,99$

—●— H1  $\hat{Y} = \bar{Y} = 2,44$  cm

—○— H2  $\hat{Y} = -2,418092^* + 2,646481 \cdot 10^{-4} \cdot X - 4,286243 \cdot 10^{-9} \cdot X^2 + 2,123457 \cdot 10^{-14} \cdot X^3$   $R^2=0,99$

**Figura 2:** Diâmetro médio de colmo dos híbridos de milho doce Tropical Plus (H1) e RB-6324 (H2), em função da densidade populacional de plantas, no ano agrícola de 2009 (esquerda) e 2010 (direita). \*Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student.

Assim como para o aumento da altura média de plantas e de inserção de espiga, em função do acréscimo de plantas por hectare, a redução do diâmetro de colmo pode ser explicada pelas alterações na quantidade e qualidade da radiação incidente, que geram a dominância apical, em ambientes com alta competição intra-específica. Desta forma, há o estiolamento de plantas, responsável pela diminuição do diâmetro de colmo,

devido à menor massa seca acumulada neste, e cuja fragilização pode levar a uma maior taxa de acamamento e/ou quebraimento de colmo de plantas (Sangoi et al., 2002).

#### 4 CONCLUSÃO

O aumento na densidade de plantas afetou componentes da parte aérea dos híbridos de milho doce Tropical Plus e RB – 6324. De maneira geral, notou-se tendência de aumento na altura de inserção de espiga e redução do diâmetro de colmo.

#### REFERÊNCIAS

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7. ed. São Paulo: Andrei Editora, 2005, 1133 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

MANTINE, E. **Arranjo de plantas e componentes de produção de grãos de dois híbridos simples de milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008, 103 p.

MEROTTO JÚNIOR, A.; ALMEIDA, M.L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997.

OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; SMITH, R.E.B.; REIS, F.O.; CAMPOSTRINI, O.; PEREIRA, M.G. Diferenças fisiológicas entre genótipos de milho doce (su-1) e milho comum durante o desenvolvimento. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.4, p.351-356, 2007.

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

PORTER, P.M.; HICKS, D.R.; LUISCHEN, W.E.; FOND, J.H.; WARNES, D.D.; HOVERSTAD, T.R. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 10, p. 293-300, 1997.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Bases morfo-fisiológicas para a maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SANGOI, L.; SCHMIT, A.; ZANIN, C.G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n.3, p. 263-271, 2007.