

## Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul

### Plant density of hybrid maize at early sowing date in Southern Brazil

Alexandre Tadeu Piana<sup>I</sup> Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>\*</sup> Christian Bredemeier<sup>I</sup> Luís Sangoi<sup>III</sup>  
Vladirene Macedo Vieira<sup>I</sup> Michael da Silva Serpa<sup>III</sup> Douglas Batista Jandrey<sup>I</sup>

#### - NOTA -

#### RESUMO

A escolha da densidade de plantas e a sua adequação à época de semeadura são práticas de manejo importantes na determinação do rendimento de grãos de milho. Este trabalho foi realizado a fim de avaliar os efeitos da densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e seus componentes em dois híbridos cultivados em semeadura precoce (agosto) no Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido em Eldorado do Sul, em 2006/07. Os tratamentos consistiram de quatro densidades de plantas (5,5; 7,3; 9,1 e 11pl m<sup>-2</sup>) e dois híbridos, um de folhas decumbentes (Dow 2B587) e outro de folhas eretas (NB 4214). A semeadura foi realizada em 22 de agosto de 2006. O rendimento de grãos do híbrido de folhas decumbentes aumentou linearmente com o incremento na densidade de 5,5 até 11pl m<sup>-2</sup>, alcançando 16t ha<sup>-1</sup>. Já no híbrido de folhas eretas, o rendimento aumentou de forma quadrática, sendo maximizado na densidade de 9,4pl m<sup>-2</sup>. O número de espigas por metro quadrado foi o componente que melhor explicou o aumento da produtividade com o incremento na densidade de plantas. O uso de densidades superiores a 9pl m<sup>-2</sup> é uma estratégia efetiva para aumentar o rendimento de grãos sob alto nível de manejo em semeadura precoce (agosto).

**Palavras-chave:** *Zea mays*, práticas de manejo, rendimento de grãos, componentes do rendimento.

#### ABSTRACT

The choice of plant density and sowing date are important management practices to determine maize grain yield. The objective of this study was to evaluate the effect of

plant density on grain yield and its components for two maize hybrids at early sowing date (August) in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. The experiment was carried out in Eldorado do Sul (RS), during the 2006/07 growing season. Treatments consisted of four plant densities (5.5, 7.3, 9.1 and 11pl m<sup>-2</sup>) and two hybrids with contrasting leaf architecture, Dow 2B587 (decumbent leaves) and NB 4214 (erect leaves). The sowing date was August 22, 2006. Grain yield for the decumbent leaf hybrid increased linearly with the increment in plant density from 5.5 up to 11pl m<sup>-2</sup>, reaching 16t ha<sup>-1</sup>. Grain yield of the erect leaf hybrid, in turn, was maximized at 9.4pl m<sup>-2</sup>. The number of ears per square meter was the yield component that better explained maize productivity increase with increasing plant density. The use of plant populations higher than 9pl m<sup>-2</sup> was an effective strategy to improve maize grain yield grown under high management level, at early sowing date (August) in Southern Brazil.

**Key words:** *Zea mays*, management practices, grain yield, yield components.

A época de semeadura é um dos principais determinantes da produtividade das culturas, sendo a sua escolha influenciada pelos fatores ambientais. Sem restrição hídrica, a época preferencial para semear o milho no Rio Grande do Sul (RS) é aquela que coincide o estádio em que a planta apresenta a máxima área foliar (espigamento) com os dias mais longos do ano, o que é obtido com a semeadura em outubro (INDICAÇÕES,

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 7712, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: paulo.silva@ufrgs.br.

\*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Brasil.

<sup>III</sup>Curso de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

2006). No entanto, quando a disponibilidade hídrica em novembro e dezembro é baixa e não se dispõe de irrigação, obtêm-se maior rendimento de grãos com a antecipação da semeadura para agosto e setembro, devido à menor probabilidade de deficiência hídrica no período crítico da planta, que ocorre no início do pendoamento até 30 dias após (NIED et al., 2005). Na Depressão Central do RS, a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica em dezembro e janeiro é de 60%, ou seja, em seis, de cada dez anos, ocorre deficiência hídrica no período crítico da cultura (MATZENAUER et al., 2002).

Em situações de alto manejo, que incluem irrigação, ou em regiões onde a disponibilidade hídrica não é limitante, o potencial de rendimento é menor na semeadura precoce (agosto) em relação à de outubro (SANGOI et al., 2007). Isso se deve ao menor desenvolvimento da planta, causado pelas menores temperaturas do ar e pela menor radiação solar incidente, que afetam a formação dos componentes e, conseqüentemente, o rendimento de grãos.

A densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais interfere no rendimento de grãos de milho devido à sua baixa capacidade de emissão de afilhos férteis, à sua organização floral monóica e ao curto período de florescimento (SILVA et al., 2006). A duração dos subperíodos de desenvolvimento aumenta e a área foliar diminui na semeadura de agosto comparada à de outubro (FORSTHOFER et al., 2004). O incremento na densidade pode compensar a redução na área foliar em semeaduras precoces por aumentar o índice de área foliar e a interceptação da radiação solar (SILVA et al., 1999).

Diversos híbridos modernos tiveram sua arquitetura foliar modificada pelo melhoramento genético (SANGOI et al., 2002). Eles apresentam folhas mais eretas, sendo adequados ao maior adensamento, aumentando a eficiência de uso dos recursos naturais, principalmente da radiação solar, que é menor na época de semeadura de agosto. O uso de altas densidades de plantas, associado ao uso de híbridos de arquitetura compacta, pode ser uma estratégia efetiva para minimizar a redução no potencial de rendimento na semeadura precoce. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da densidade e de híbridos de arquiteturas foliares contrastantes sobre o rendimento de grãos e seus componentes na semeadura precoce (agosto) na região da Depressão Central do RS.

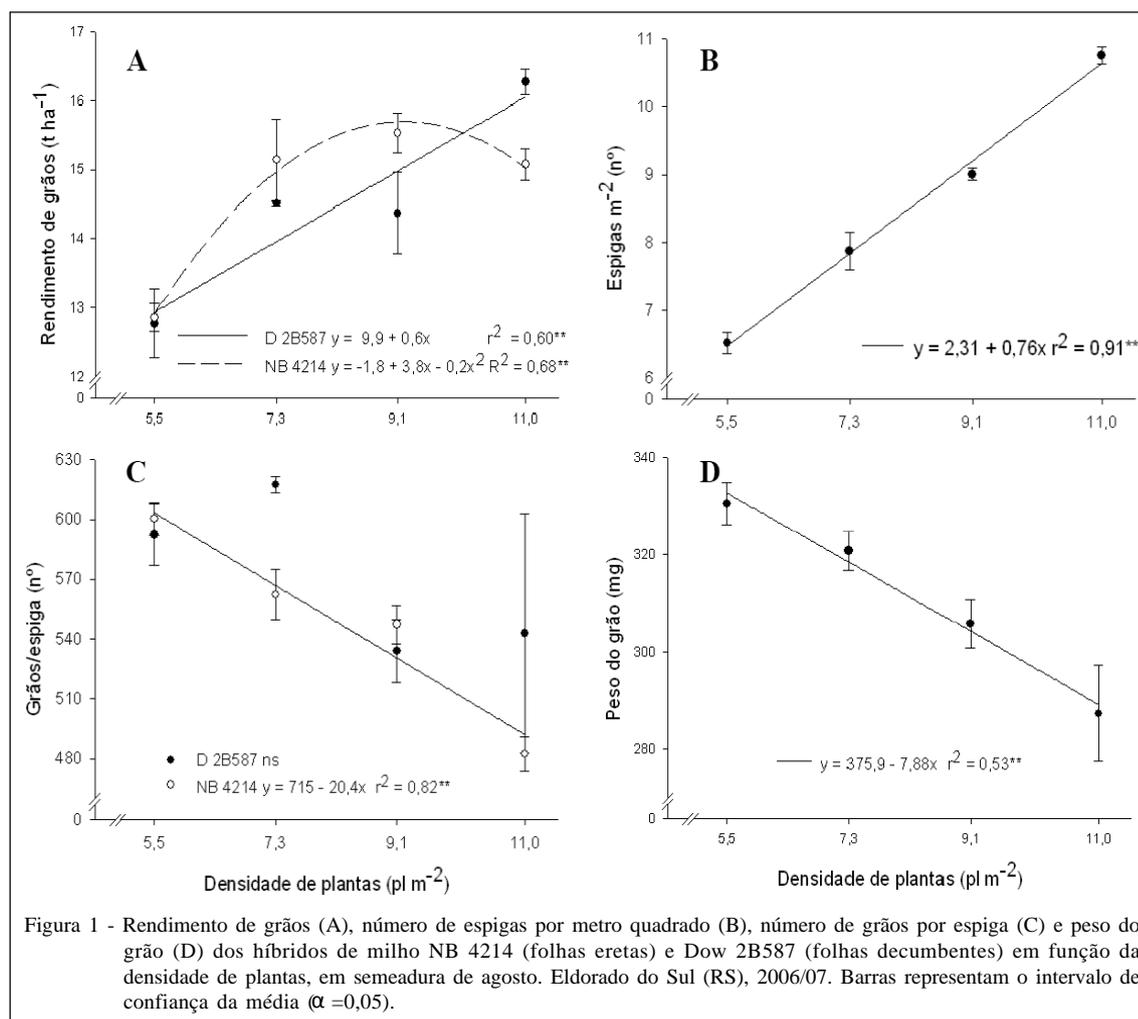
O experimento foi conduzido em Eldorado do Sul (RS) em 2006/07. O clima da região é subtropical úmido, de verão quente (Tipo "Cfa", conforme classificação climática de Köppen). O solo é classificado

como Argissolo Vermelho Distrófico típico, com as seguintes características físico-químicas: Argila: 230 mg g<sup>-1</sup>; pH(água): 5,4; P: 33,3 mg L<sup>-1</sup>; K: 152 mg L<sup>-1</sup>; M.O.: 24 mg g<sup>-1</sup> e CTC: 9,2 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>. Foram testados dois híbridos simples de milho contrastantes quanto à arquitetura de planta (NB 4214, da empresa Syngenta Seeds, e Dow 2B587, da empresa Dow Agrosience), em quatro densidades (5,5; 7,3; 9,1 e 11 pl m<sup>-2</sup>) na época de semeadura precoce (22 de agosto de 2006). O híbrido NB 4214 apresenta folhas eretas e maior estatura, enquanto que o Dow 2B587 tem folhas decumbentes e menor estatura de planta. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,7m. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O fator híbrido foi locado nas parcelas principais e o fator densidade de plantas nas subparcelas. O rendimento foi avaliado em 10m<sup>2</sup>.

O milho foi semeado em uma área com 15 anos de plantio direto, em sucessão ao nabo forrageiro. Na semeadura, foram aplicados 31, 123 e 123 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. A adubação nitrogenada em cobertura foi de 170 kg ha<sup>-1</sup> de N, dividida em duas parcelas (70 kg ha<sup>-1</sup> no estádio V6-7 e o restante em V10-11, conforme escala proposta por RITCHIE et al. (1993)). O experimento foi conduzido com irrigação suplementar por aspersão, sendo irrigado sempre que a tensão de água no solo foi inferior a -0,04 MPa. Os parâmetros avaliados foram rendimento de grãos e seus componentes (espigas por metro quadrado, espigas por planta, grãos por espiga e peso do grão). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e à análise de regressão para as densidades, no geral, ou por híbrido, conforme a significância do efeito da interação.

Para os dois híbridos, os rendimentos de grãos foram superiores a 12 t ha<sup>-1</sup> em todas as densidades (Figura 1A). As produtividades foram elevadas, se comparadas ao rendimento médio da cultura no RS (3,5 t ha<sup>-1</sup>) e a outros experimentos realizados no mesmo local na época precoce de semeadura (SILVA et al., 1999; FORSTHOFER et al., 2006). Isso é decorrente das condições meteorológicas favoráveis registradas durante o crescimento da cultura. Não houve deficiência hídrica durante seu desenvolvimento devido à irrigação suplementar e a radiação solar média foi, aproximadamente, 15% superior à normal climática, principalmente no florescimento e no enchimento de grãos da cultura.

O rendimento de grãos foi afetado pela interação entre híbrido e densidade de plantas. Para o híbrido com folhas decumbentes Dow 2B587, o rendimento aumentou linearmente com o incremento



da densidade de 5,5 até 11 pl m<sup>-2</sup> (Figura 1A). Já para o de folhas eretas NB 4214, o rendimento aumentou de forma quadrática até a densidade 9,4 pl m<sup>-2</sup>. Nas duas menores densidades (5,5 e 7,3 pl m<sup>-2</sup>), não houve diferença entre híbridos para este parâmetro. Já na densidade de 9,1 pl m<sup>-2</sup>, o rendimento do híbrido com folhas eretas foi superior ao com folhas decumbentes, enquanto que, na maior densidade (11 pl m<sup>-2</sup>), o híbrido de folhas decumbentes produziu mais que o de folhas eretas. Esse comportamento não confirma a hipótese de que híbridos de folhas eretas são mais exigentes em população de plantas para otimizar o rendimento de grãos que os de folhas decumbentes.

A densidade de plantas que resultou no máximo rendimento de grãos para o híbrido de folhas eretas (9,4 pl m<sup>-2</sup>) foi superior às densidades atualmente recomendadas para o milho no RS, que se situam entre 5 e 7,5 pl m<sup>-2</sup>, nas melhores condições de ambiente e manejo (MUNDSTOCK & SILVA, 2005; INDICAÇÕES, 2006). O aumento linear no rendimento de grãos do

híbrido de folhas decumbentes até a densidade de 11 pl m<sup>-2</sup> indica que poderiam ser testadas densidades ainda maiores que as atualmente recomendadas. A resposta do rendimento de grãos dos dois híbridos confirmou as ponderações de SILVA et al. (2006) e SANGOI et al. (2007) de que, nas semeaduras precoces, a população de plantas para maximizar o rendimento de grãos é mais alta, desde que não haja restrição hídrica, em função das temperaturas do ar mais baixas no início do ciclo e do menor desenvolvimento vegetativo da cultura.

Além de o rendimento de grãos, é importante avaliar o padrão de resposta de seus componentes. Entre estes, o número de espigas por planta não foi afetado pela densidade de plantas e pelo híbrido, apresentando valor médio de 0,99 (Dados não apresentados). Em outro trabalho conduzido na época de semeadura precoce no mesmo local, SILVA et al. (1999) também não observaram variação nesse componente com o incremento na densidade de 5 até 9 pl m<sup>-2</sup>. SILVA & MUNDSTOCK (1976), entretanto,

observaram redução nesse componente em genótipos mais antigos com o incremento da densidade de 3 até 9pl m<sup>-2</sup> na região da Depressão Central do RS. Porém, esse experimento foi conduzido na época preferencial de semeadura (outubro), quando a disponibilidade hídrica não é um fator limitante.

O número de espigas por metro quadrado aumentou linearmente com o incremento da densidade de plantas, na média dos dois híbridos (Figura 1B). Esse foi o componente que melhor explicou o aumento na produtividade com o incremento da densidade de plantas. A utilização de densidades de plantas supra-ótimas acentua a dominância apical do pendão sobre a espiga, estimulando a esterilidade feminina (SANGOI et al., 2002). No presente estudo, esse comportamento não ocorreu, pois, mesmo nas densidades mais elevadas, praticamente todas as plantas produziram espiga. Entre os componentes do rendimento, o número de grãos por espiga foi o único que apresentou resposta diferenciada entre híbridos em relação ao incremento da densidade de plantas (Figura 1C). Enquanto que no híbrido de folhas decumbentes o número de grãos por espiga não foi significativamente influenciado pela densidade de plantas, no de folhas eretas esse componente reduziu 19,6% com incremento da densidade de 5,5 para 11pl m<sup>-2</sup>. O número de grãos por espiga correlacionou-se negativamente com o rendimento de grãos ( $r=-0,75$ ,  $P<0,05$ ), sendo o componente que melhor explicou a resposta distinta entre híbridos para rendimento de grãos na época precoce de semeadura.

SILVA et al. (1999), na época de semeadura de agosto na região da Depressão Central do RS, observaram redução no número de grãos por espiga com o incremento na densidade de plantas. A redução nesse componente do rendimento com o adensamento normalmente ocorre devido ao aborto de óvulos recentemente fertilizados, no início do enchimento de grãos (SANGOI et al., 2002). No presente estudo, o híbrido de folhas decumbentes Dow 2B587 não reduziu significativamente o número de grãos produzidos por espiga mesmo nas densidades mais altas (Figura 1C), o que contribuiu para a resposta linear do rendimento de grãos ao incremento da população de plantas (Figura 1A). Já o peso do grão diminuiu com o incremento da densidade de plantas, na média dos dois híbridos (Figura 1D). SILVA et al. (1999) e STRIEDER et al. (2007) também observaram redução no peso do grão com o incremento na densidade de plantas. No presente estudo, o peso do grão diminuiu 13,1% com o incremento na densidade de 5,5 para 11pl m<sup>-2</sup>, apresentando correlação negativa com o rendimento

de grãos ( $r=-0,68$ ,  $P<0,05$ ). Contudo, a redução no peso do grão não comprometeu a produtividade, já que o número de espigas por metro quadrado aumentou com a elevação da densidade de plantas (Figura 1B).

Assim, o incremento na densidade até nove a 11pl m<sup>-2</sup> é uma estratégia eficiente para aumentar o potencial de rendimento de grãos de milho cultivado sob alto nível de manejo em semeadura precoce (agosto), na região da Depressão Central do RS. O híbrido de folhas eretas não se mostra mais tolerante ao adensamento de plantas, em comparação ao de folhas decumbentes.

## REFERÊNCIAS

- FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho fenológico e agrônomico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1341-1348, 2004.
- FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.
- INDICAÇÕES **Técnicas para a cultura de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - 2006/2007**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 184p.
- MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105p. (BOLETIM FEPAGRO, 10).
- MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 51p.
- NIED, A.H. et al. Épocas de semeadura do milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.995-1002, 2005.
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops?** Ames: Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1993. (Special Report n.48).
- SANGOI, L. et al. Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.101-110, 2002.
- SANGOI, L. et al. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2007. 95p.
- SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos

e características agronômicas em seis cultivares de milho. **Revista da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, Porto Alegre, v.1, p.141-156, 1976.

SILVA, P.R.F. da et al. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.585-592, 1999.

SILVA, P.R.F. da et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

STRIEDER, M.L. et al. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.634-642, 2007.