

## Redução do Espaçamento Entre Linhas Como Estratégia Para Aumentar o Rendimento de Grãos do Milho em Ambientes de Alto Manejo

Willian Giordani<sup>1</sup> Luís Sangoi<sup>2</sup>, Amauri Schmitt<sup>3</sup>, Jefferson Vieira<sup>4</sup>, Murilo Renan Mota<sup>5</sup>, Lígia Maria Maraschi Silva<sup>6</sup>, Diego Eduardo Schenatto<sup>7</sup>, Cristian Majolo Boniatti<sup>8</sup> e Gustavo Cardoso Machado<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, <sup>1</sup>[giordani.willian@yahoo.com.br](mailto:giordani.willian@yahoo.com.br),  
<sup>2</sup>[a2ls@cav.udesc.br](mailto:a2ls@cav.udesc.br), <sup>3</sup>[amauri.schmitt@agronomo.eng.br](mailto:amauri.schmitt@agronomo.eng.br), <sup>4</sup>[jefferson.vieira05@hotmail.com](mailto:jefferson.vieira05@hotmail.com),  
<sup>5</sup>[mure\\_mota@hotmail.com](mailto:mure_mota@hotmail.com), <sup>6</sup>[ligiamaraschi@hotmail.com](mailto:ligiamaraschi@hotmail.com), <sup>7</sup>[d.schenatto@yahoo.com.br](mailto:d.schenatto@yahoo.com.br),  
<sup>8</sup>[cristianboniatti@yahoo.com.br](mailto:cristianboniatti@yahoo.com.br) e <sup>9</sup>[gustavo\\_mcardoso@hotmail.com](mailto:gustavo_mcardoso@hotmail.com)

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da redução do espaçamento entre linhas para elevar o rendimento de grãos do milho em ambientes de alto manejo. O experimento foi conduzido em Lages/SC, no ano agrícola 2011/2012 sob delineamento experimental de blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas. Nas parcelas principais avaliaram-se duas densidades (7 e 9 pl m<sup>-2</sup>). Nas subparcelas avaliaram-se cinco espaçamentos entre linhas (40, 60, 80, 100 cm e TR). O tratamento TR correspondeu ao plantio de pares de linhas espaçadas 60 cm entre pares e 18 cm entre linhas do par. Avaliou-se o rendimento de grãos do híbrido 30R50H, semeado em 21/10/2011. Os rendimentos de grãos variaram de 15.652 a 17.565 kg ha<sup>-1</sup>. O aumento no espaçamento entre linhas de 40 para 100 cm reduziu linearmente o rendimento de grãos nas duas densidades. As taxas de decréscimo foram de 8,0 e 21,1 kg ha<sup>-1</sup> por cm de incremento na distância entre linhas. O rendimento de grãos foi 6,3% maior na densidade de 9 do que na de 7 pl m<sup>-2</sup>. A redução do espaçamento entre linhas é uma estratégia eficiente para elevar o rendimento de grãos do milho em ambientes de alto manejo.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; arranjo de plantas; adensamento de população; produtividade.

### Introdução

A manipulação adequada do arranjo de plantas é uma prática de manejo importante para otimizar o rendimento de grãos, já que influencia o índice de área folhar, o ângulo de inserção foliar e a interceptação de luz incidente por outras partes da planta, principalmente nos extratos inferiores do dossel. Além disso, o arranjo de plantas afeta a disposição de folhas na planta e as características de absorção de luz pelas folhas na comunidade (ARGENTA et al, 2001).

O desenvolvimento de híbridos mais tolerantes a altas densidades de plantas, o maior número de herbicidas disponíveis para controle seletivo de plantas invasoras em pós-emergência e a maior agilidade da indústria de máquinas agrícolas no desenvolvimento de equipamentos adaptados ao cultivo do milho com linhas mais próximas aumentaram o interesse dos produtores de milho em reduzir o espaçamento entre linhas utilizado na cultura dos tradicionais 80-90 cm para 40-50 cm (SILVA et al, 2006).

A redução do espaçamento entre linhas permite uma melhor distribuição das plantas na área para a mesma população. Com isso, é possível melhorar a eficiência de interceptação da radiação solar e da absorção de água e nutrientes, aprimorar controle cultural de plantas invasoras, reduzir as perdas de água por evaporação do solo, utilizar a mesma regulação na semeadura das duas principais culturas de verão (milho e soja) e distribuir melhor as plântulas no sulco de semeadura, devido à menor velocidade de trabalho dos sistemas distribuidores de sementes (SANGOI & SILVA, 2010).

Por outro lado, a utilização de linhas mais próximas nem sempre traz incrementos de produtividade, aumenta os custos de produção, pela necessidade de ajustes na maquinaria agrícola e da aquisição de uma plataforma de colheita específica para espaçamentos reduzidos, além de dificultar a realização de tratos culturais em pós-emergência da cultura, podendo aumentar o dano mecânico às plantas (SANGOI et al., 2010).

Os benefícios da redução do espaçamento entre linhas sobre a produtividade do milho dependem de diversos fatores, tais como as características do híbrido, época de semeadura, densidade de plantas e expectativa de produtividade. Eles são potencialmente maiores quando se utilizam híbridos de arquitetura de planta ereta, nas semeaduras feitas no final do inverno, com densidades superiores a 6,5 plantas ha<sup>-1</sup> e perspectiva de rendimentos de grãos superiores a 10.000 kg ha<sup>-1</sup> (STRIEDER et al, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos do milho quando cultivado em altas densidades, em ambientes favoráveis a obtenção de rendimentos de grãos superiores a 15.000 kg ha<sup>-1</sup>.

### **Material e Métodos**

O experimento foi implantando em Lages/SC, no dia 21 de outubro de 2011. A semeadura foi realizada no sistema de semeadura direta, sobre cobertura de aveia preta e ervilhaca. O solo da área experimental é do tipo Nitossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2006). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) dispostos em parcelas subdivididas com quatro repetições. Na parcela principal foram avaliadas duas densidades, equivalentes a 7,0 (alta) e 9,0 (muito alta) plantas m<sup>-2</sup>. Nas subparcelas foram alocados os cinco espaçamentos entre linhas: 40, 60, 80, 100 cm e TR (linhas gêmeas, ou Twin Rows). O tratamento TR consistiu da semeadura de linhas aos pares, com espaçamento de 18 cm entre cada linha do par e 60 cm entre cada par de linhas.

A adubação foi determinada seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004), objetivando produtividades de 18.000 kg ha<sup>-1</sup>. A

adubação de manutenção foi fornecida no dia da sementeira, nas doses de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 295 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 170 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Foram aplicados em cobertura 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, fracionados igualmente em três estádios fenológicos (V4, V8 e V12 da escala proposta por RITCHIE et al, 1993 ).

A sementeira foi realizada em 21/10/2011, com semeadoras manuais, depositando-se três sementes por cova para cada distância pré-determinada na linha, em função da densidade e espaçamento entre-linhas. Foram utilizados barbantes marcados com as distâncias pertinentes a cada tratamento para a deposição das sementes. Quando as plantas estavam com três folhas expandidas (estádio V3), efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova. O híbrido utilizado foi o P30R50H. As sementes foram tratadas com os inseticidas Cruiser (Tiametoxam) e Standak (Fipronil) e com o fungicida Maxim XL (Fludioxonil + Metalaxyl) para o controle preventivo de pragas e doenças na fase inicial do ciclo da cultura. No dia da sementeira efetuou-se o controle preventivo de plantas daninhas com aplicação em pré-emergência do herbicida Primextra Gold (Atrazina + Metalacloro). Quando as plantas se encontravam em V3, complementou-se o controle das plantas daninhas com a aplicação do herbicida Soberan (Tembotriona). Além disso, foi realizada uma aplicação do fungicida Priori Xtra (Azixistrobina + Ciproconazol) quando o milho estava nos estádios V10 e V18 para o controle preventivo de doenças.

As subparcelas foram constituídas de quatro linhas com seis metros de comprimento. Nas duas linhas centrais de cada subparcela determinaram-se o rendimento de grãos e seus componentes. A colheita do ensaio foi realizada no dia 15 de abril de 2012 quando a umidade dos grãos era de 18 a 22%.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da análise de variância. Os valores de F para os efeitos principais e interações foram considerados significativos ao nível de significância de 5% (P<0,05) As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tuckey e análise de regressão, ao nível de significância de 5%.

### **Resultado e Discussão**

Os rendimentos de grãos registrados no experimento variaram entre 15.652 e 17.565 kg ha<sup>-1</sup>, dependendo do arranjo entre plantas testado. A média de produtividade do experimento foi de 16.566 kg ha<sup>-1</sup>.

Foram utilizadas duas análises estatísticas distintas no experimento. A primeira foi a análise das médias empregando-se o teste de Tuckey, uma vez que o tratamento TR é uma forma de arranjo complexa, diferente do ajuste simples do espaço entre linhas de cultivo.

Neste caso, o rendimento de grãos não diferiu quando foi alterada a forma de arranjo entre as linhas, somente apresentando diferença entre as densidades de cultivo. O aumento na densidade de cultivo de 7 para 9 pl m<sup>-2</sup> possibilitou um aumento de 6,3% no rendimento de grãos, na média dos cinco espaçamentos entre linhas (Tabela 1). Isto provavelmente ocorreu em função das condições edafoclimáticas favoráveis em que se conduziu o experimento, das práticas adequadas de manejo e do alto potencial produtivo do híbrido utilizado, características que elevam a população de plantas necessária para maximizar o rendimento de grãos da cultura do milho (SILVA et al, 2006).

Na segunda análise as médias foram comparadas através de regressão polinomial, desconsiderando-se o tratamento TR. Nesta análise, constatou que o rendimento de grãos foi afetado pela interação entre densidade e espaçamento entre linhas (Figura 1).

O rendimento de grãos diminuiu linearmente com o aumento do espaçamento entre linhas de 40 para 100 cm (Figura 1). A redução da produtividade foi maior quando o milho foi cultivado sob a densidade de 9 plantas m<sup>-2</sup>. As taxas de redução observadas foram de 8,0 e 21,1 kg ha<sup>-1</sup> por centímetro de aumento no espaçamento entre linhas, para as densidade de 7 e 9 pl m<sup>-2</sup>, respectivamente. Isso evidencia que apesar do incremento na densidade poder melhorar os resultados encontrados em produtividade de grãos, ele não é uma prática de arranjo que deve ser pensada isoladamente, pois pode aumentar a competição intraespecífica entre plantas na linha de cultivo, devido a distribuição mais condensada de plantas neste local. Quando se trabalha com altas densidades e espaçamentos amplos entre linhas, a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes inicia precocemente. Isto dificulta o estabelecimento das plântulas com emergência tardia, favorecendo o aparecimento de plantas dominadas na comunidade, que terão o seu desenvolvimento fenológico, morfológico e fisiológico comprometido. Estas plantas produziram menor número de grãos por espiga, contribuindo para a redução da produtividade. Comportamento semelhante foi observado por Merotto Jr et al. (1999) e Liu et al. (2004).

A redução no rendimento de grãos com o aumento do espaçamento entre linhas ocorreu pela interação entre os componentes do rendimento. Isoladamente, somente o número de grãos por área na densidade de 9 plantas m<sup>-2</sup> foi afetado pelos diferentes arranjos entre linhas testados (Figura 2A).

### **Conclusão**

Os resultados obtidos no trabalho demonstraram que a redução do espaçamento entre linhas é uma prática cultural que aumenta o rendimento de grãos do milho em ambientes de

alto manejo. Esse aumento é mais significativo quando combinado com altas densidades, possibilitando uma distribuição mais uniforme das plantas na área de cultivo.

### **Literatura Citada**

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, v. 31, p. 1075-1084, 2001.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed.. Brasília, 2006. 306p.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Science*, v.44, p.847-857, 2004.

MEROTO Jr., A.; SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; ENDER, M. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. *Ciência Rural*, v.29, p.595-601, 1999.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; ARGENTA, G. Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho. Lages, SC: Graphel, 2010. 64p.

STRIEDER, M.L.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Maize grain yield under narrow row spacing in different crop management systems. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 65, 2008.

**Tabela 1.** Rendimento de grãos<sup>1</sup> de milho cultivado em cinco espaçamentos entre linhas e duas densidades populacionais. Lages, SC, 2011/2012.

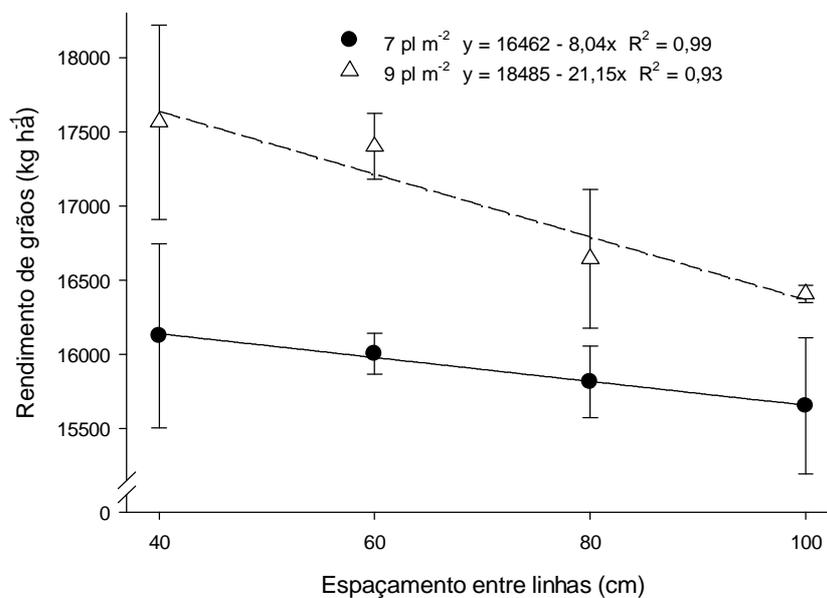
Arranjo entre linhas	Densidades populacionais (pl m <sup>-2</sup> )		Média
	7	9	
TR*	ns 16.725	17.327	ns 17.026
40 cm	16.125	17.565	16.845
60 cm	16.003	17.401	16.702
80 cm	15.815	16.644	16.229
100 cm	15.652	16.408	16.030
Média	A 16.064	B 17.069	16.566

<sup>1</sup>Médias antecedidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tuckey (P < 0,05).

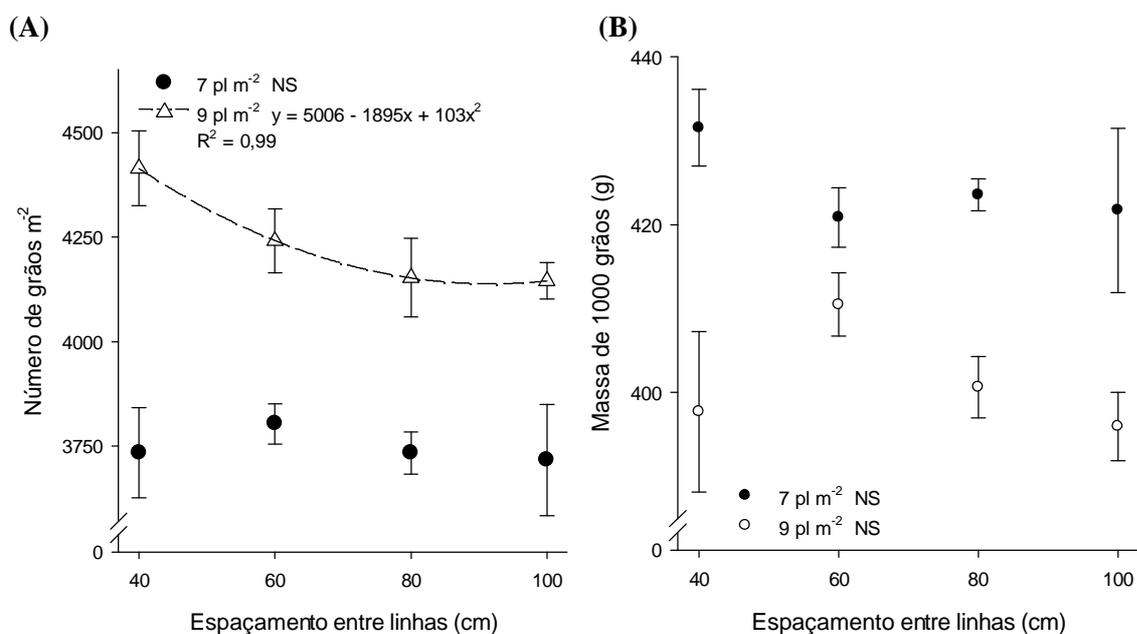
ns = não há diferença estatística significativa.

\* O tratamento TR (Twin rows) consiste no cultivo de linhas aos pares com 60 cm entre cada par de linhas e 18 cm entre cada linha do par.

CV: 6,48%.



**Figura 1.** Rendimento de grãos do milho quando cultivado em quatro espaçamentos entre linhas (40, 60, 80 e 100 cm) e duas densidades populacionais (7 e 9 plantas m<sup>-2</sup>). Lages/SC, 2011-12. CV: 6,49%



**Figura 2.** Número de grãos por m<sup>-2</sup> (A) e massa de 1000 grãos de milho (B) cultivado em quatro espaçamentos entre linhas (40, 60, 80 e 100 cm) e duas densidades populacionais (7 e 9 plantas m<sup>-2</sup>). Lages/SC, 2011-12. CV: (A): 7,39% (B): 3,23%