

## **Adequação da Densidade de Plantas de Híbridos de Milho à Disponibilidade Hídrica e à Época de Semeadura**

Guilherme Batista Menegati<sup>1</sup>, Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Silmara da Luz Correia<sup>3</sup>,  
Guilherme Borba Menezes<sup>4</sup>, Matheus Barreto Maass<sup>5</sup>, Lais Corrêa Miozzo<sup>6</sup>, Bruna Guterres  
Soares<sup>7</sup> e Isadora Jaeger<sup>8</sup>

<sup>1</sup> a <sup>8</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.  
<sup>1</sup>gbmenegati@yahoo.com.br, <sup>2</sup>paulo.silva@ufrgs.br, <sup>3</sup>silcorreia@gmail.com,  
<sup>4</sup>menezes\_fritz@yahoo.com.br, <sup>5</sup>matheusbmaass@hotmail.com, <sup>6</sup>laismiozzo@gmail.com,  
<sup>7</sup>brunaguterress@hotmail.com, <sup>8</sup>isa.jaeger@gmail.com.

**RESUMO** - Para mitigar os efeitos da deficiência hídrica em milho algumas alternativas de manejo podem ser utilizadas, como a adequação da densidade de plantas para épocas de semeadura e ciclos de híbridos distintos. Com o objetivo de determinar a densidade de plantas mais adequada para dois híbridos de ciclos contrastantes, em duas épocas de semeadura, em três níveis de disponibilidade hídrica, foram conduzidos três experimentos em Eldorado do Sul-RS. Os tratamentos constaram de duas épocas de semeadura (18 de agosto e 06 de outubro de 2010), dois híbridos de ciclos contrastantes (Syngenta Celeron e Pioneer 30F53 HX) e de quatro densidades de plantas (5,0; 7,0; 9,0 e 11,0 pl m<sup>-2</sup>). Com irrigação sempre que necessário, o rendimento de grãos aumentou linearmente até a densidade de 11,0 pl m<sup>-2</sup> na semeadura de agosto, enquanto na de outubro a resposta foi quadrática, com densidade ótima de 9,8 pl m<sup>-2</sup>. Já com irrigação apenas no período mais crítico, o rendimento não variou em função dos três fatores testados. Sob condições naturais de precipitação pluvial, o rendimento não variou em função de densidade na semeadura de agosto, enquanto na de outubro o rendimento decresceu linearmente com o incremento da densidade.

Palavras-chave: *Zea mays* L., população de plantas, índice de área foliar, rendimento de grãos

### **Introdução**

A utilização inadequada do arranjo de plantas e da época de semeadura, principalmente quanto à adequação à disponibilidade hídrica, são alguns dos fatores que mais comumente têm limitado a obtenção de elevados rendimentos de grãos.

Quando não há limitação de disponibilidade hídrica, a época preferencial para semeadura do milho é aquela que faz coincidir o estágio em que as plantas estão com maior área foliar (espigamento) com o período do ano com maior disponibilidade de radiação solar (meados de dezembro a meados de janeiro). Isto ocorre quando a semeadura é realizada no mês de outubro. No entanto, nas regiões mais quentes do Sul do Brasil há maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica no período mais crítico da cultura (entre os estádios V<sub>15</sub> e R<sub>2</sub>, de acordo com a escala de Ritchie et al. (1993)) quando se faz a semeadura em outubro. Em função disso, na ausência de irrigação, tem-se recomendado para essas regiões a antecipação da época de semeadura para o final do inverno (agosto até meados de setembro)

como estratégia de escape da ocorrência da deficiência hídrica no período mais crítico da cultura.

Além da adequação da época de semeadura, a escolha correta da densidade de plantas apresenta grande impacto no rendimento de grãos de milho. Isto porque diferentemente de outras espécies da família das poáceas, essa cultura apresenta capacidade de compensação de espaços vazios pelo fato de raramente perfilhar. A maioria dos trabalhos sobre densidade de plantas foi realizado na época de semeadura de outubro e com o uso de irrigação complementar. Poucos estudos avaliaram a adequação da densidade de plantas em semeaduras de final de inverno sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Embora na literatura tem-se afirmado que as semeaduras antecipadas apresentam menor potencial de rendimento em relação às semeaduras de outubro, na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul tem-se obtido nas semeaduras antecipadas rendimentos de grãos similares aos da semeadura de outubro. O presente trabalho visou avaliar a densidade de plantas mais adequada para dois híbridos de milho de ciclos contrastantes, em duas épocas de semeadura e, em três níveis de disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura.

### **Material e Métodos**

Foram conduzidos três experimentos a campo na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul-RS, região ecoclimática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 2010/2011. Esta área vem sendo conduzida sob sistema de semeadura direta há 20 anos, utilizando-se no verão a rotação milho e soja.

Como cultura de cobertura de solo no inverno foi implantada a aveia preta (*Avena Strigosa*), utilizando 100 kg ha<sup>-1</sup> de semente. Na semeadura, foram aplicados 100 kg ha<sup>-1</sup> de adubo químico NPK, da fórmula 5-30-15, e realizada uma aplicação de nitrogênio em cobertura de 75 kg ha<sup>-1</sup> de N sob a forma de ureia. O rendimento de massa seca da parte aérea, avaliada imediatamente antes da dessecação foi de 1,44 Mg ha<sup>-1</sup>.

Cada nível de disponibilidade hídrica constituiu-se em um experimento. O primeiro experimento recebeu irrigação sempre que necessário durante todo o ciclo; o segundo foi irrigado apenas durante o período considerado o mais crítico, compreendido entre os estádios V<sub>15</sub> a R<sub>2</sub>, e o terceiro foi conduzido sob condições naturais de precipitação pluvial. Em cada experimento, os tratamentos constaram de duas épocas de semeadura, sendo uma no final do inverno (18 de agosto) e outra em 06 de outubro, de quatro densidades de plantas (5,0; 7,0; 9,0 e 11,0 pl m<sup>-2</sup>) e de dois híbridos simples de milho de ciclos diferentes: P30F53 HX da empresa Pioneer Sementes (ciclo precoce) e Celeron da empresa Syngenta (ciclo

superprecoce). O delineamento experimental utilizado em cada um dos três experimentos foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas divididas com três repetições.

O milho foi implantado em semeadura direta em sucessão à aveia preta. Na semeadura, foi utilizada como adubação de base  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de 5-30-15 +  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de KCl, totalizando quantidades de 20-120-120  $\text{kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. Para adubação em cobertura foram utilizados  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia, parcelada em três vezes:  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  no estágio  $\text{V}_{4-5}$ ,  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  no estágio  $\text{V}_{7-8}$  e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  no estágio  $\text{V}_{15}$ , conforme escala de Ritchie et al. (1993).

Nos experimentos irrigados foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, com precipitação de  $8,0 \text{ mm h}^{-1}$ . Pragas e plantas daninhas foram controladas para não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agrônômicas avaliadas. As principais determinações realizadas foram: rendimento de grãos a  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de umidade e índice de área foliar (IAF).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo F teste ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativo, aplicou-se teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) para comparação entre médias. Realizou-se a análise de regressão dos dados em função da densidade de plantas.

### **Resultados e Discussão**

Sob condições naturais de precipitação hídrica, o rendimento de grãos não variou em função de densidade de plantas na época de semeadura no final do inverno (agosto). No entanto, na época de semeadura de outubro houve decréscimo linear do rendimento de grãos com o incremento de densidade de plantas até  $11,0 \text{ pl m}^{-2}$  (Figura 2). Mesmo não havendo variação de resposta à densidade de plantas, o rendimento médio de grãos para a época de agosto, que na média dos dois híbridos foi de  $7,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ , foi superior ao verificado na época de semeadura de outubro. O índice de área foliar (IAF) aumentou de forma linear na média dos dois híbridos com o incremento da densidade de plantas, sendo os maiores valores referentes a época de semeadura de outubro (Figura 1). Para o mesmo experimento em condições naturais de precipitação pluvial, na média das duas épocas de semeadura, o híbrido de ciclo precoce (Pioneer P30F53) apresentou os maiores rendimentos de grãos quando a densidade de plantas foi menor, reduzindo linearmente à medida que a densidade de plantas foi aumentando. O híbrido de ciclo superprecoce não diferenciou em produtividade entre as diferentes densidades de plantas, obtendo  $5,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  como rendimento de grãos na média para as duas épocas de semeadura (Figura 3). Híbridos mais precoces possuem menor intervalo de tempo entre o pendoamento e espigamento, o que prejudicou de certa forma o de ciclo superprecoce nesse ano agrícola em que o período de estiagem foi um pouco antecipado

quando comparado à média de outros anos, atingindo os dias de maior necessidade de demanda hídrica para a cultura que é o florescimento com períodos de pequenas estiagens. Sob condições naturais de precipitação hídrica, na média das quatro densidades de plantas utilizadas, na semeadura de agosto, o híbrido de ciclo precoce foi superior em rendimento quando comparado ao de ciclo superprecoce. Indiferente do ciclo de híbridos, as produtividades foram superiores na semeadura agosto quando comparadas às de outubro (Tabela 2).

No experimento com irrigação apenas no período crítico de desenvolvimento da cultura, não houve diferenças significativas entre os fatores densidades, época de semeadura e tipos de híbridos utilizados, ficando a média de rendimento de grãos em  $11,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ , sendo portanto uma diferença de  $5,4 \text{ Mg ha}^{-1}$  em comparação ao experimento que foi submetido às condições naturais de precipitação pluvial (Tabela 1). Os IAFs apresentaram valores maiores, na média entre os híbridos, quando a semeadura foi realizada em outubro, e aumentaram linearmente respondendo ao incremento na densidade de plantas. Quanto mais precoce o híbrido, menor é sua exigência térmica para atingir o florescimento, o que requer maior densidade de plantas para conseguir o máximo potencial de rendimento, ou seja, eles requerem maior densidade de plantas para gerar área foliar para potencializar a interceptação da radiação solar incidente (Figura 4).

No experimento irrigado sempre que necessário, a época de semeadura de agosto, respondeu linearmente em rendimento de grãos à medida que houve incremento na densidade de plantas, chegando ao rendimento máximo de  $16,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  quando se utilizou  $11,0 \text{ plantas m}^{-2}$  na média dos dois híbridos. Na semeadura de outubro há um limite de rendimento de grãos em razão do aumento de densidade de plantas, estabelecendo a densidade ótima ao redor de  $9,8 \text{ plantas m}^{-2}$  onde se atingiu o rendimento máximo de grãos de  $14,2 \text{ Mg ha}^{-1}$  na média dos híbridos (Figura 6). Híbridos mais precoces, com menor exigência em soma térmica para florescer, requerem maior densidade de plantas em relação ao ciclo mais tardio para atingir seu potencial de rendimento, isso porque o IAF em híbridos superprecoces é menor (Figura 5). Houve diferenças nas respostas de rendimento de grãos em função da densidade de plantas quando foram comparados híbridos de diferentes ciclos no experimento onde disponibilidade hídrica não foi o fator limitante, conforme Figura 7. Neste experimento, o híbrido de ciclo mais precoce respondeu linearmente ao incremento de plantas, enquanto que sob baixa densidade de plantas seu rendimento foi inferior quando comparado ao híbrido de ciclo precoce, isso porque os materiais de ciclo precoce possuem menor área foliar, e para

isso tem que ser compensados em aumento da densidade de plantas para potencializar a captação da radiação solar.

No experimento sob irrigação sempre que necessário, na média de quatro densidades de plantas, o híbrido de ciclo precoce obteve rendimentos de grãos superiores em comparação ao material superprecoce para a época de semeadura de agosto. Para a época de semeadura de outubro ocorreu o inverso, o híbrido de ciclo superprecoce foi superior em produtividade quando comparado ao de ciclo precoce. O híbrido superprecoce não apresentou diferenças de rendimento de grãos para as diferentes épocas de semeadura, e o híbrido de ciclo precoce apresentou rendimentos superiores quando a semeadura foi feita no mês de agosto (Tabela 2).

### **Conclusões**

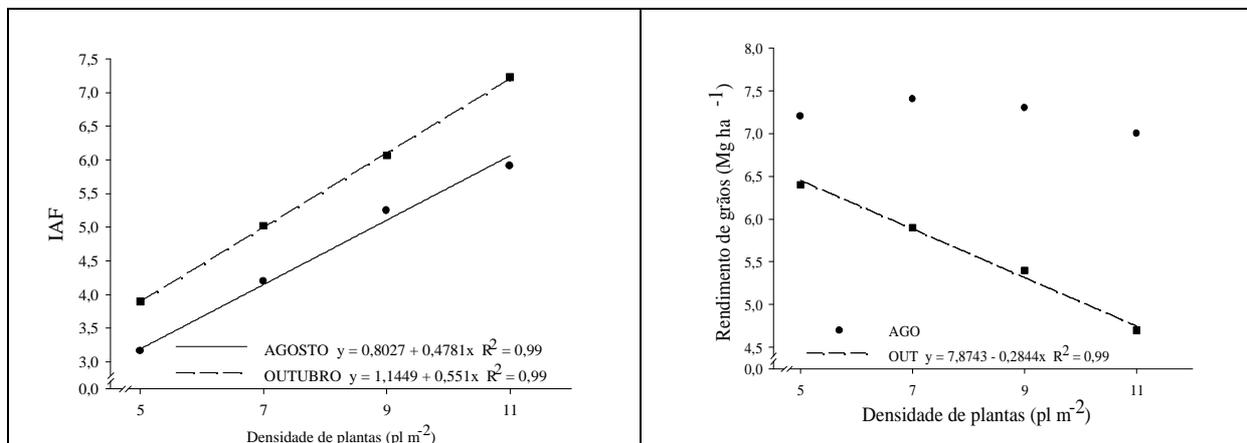
Em semeadura no final do inverno (agosto) sob irrigação, a utilização de densidades de plantas superiores a 9,0 pl m<sup>-2</sup> foi uma estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos. Na semeadura de outubro sob condições naturais de precipitação pluvial, o rendimento de grãos decresceu com o incremento da densidade de plantas. Para o ano agrícola de 2010, sob condições naturais de precipitação hídrica, o uso de híbridos de ciclo superprecoce não foi eficiente para uso em semeadura de final de inverno.

### **Literatura Citada**

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010a. 87p.

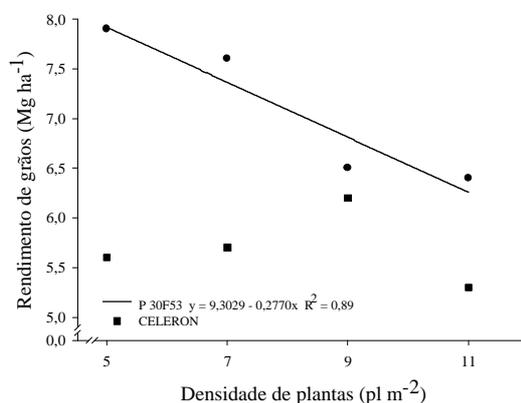
SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010b. 64p.

INDICAÇÕES técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul, safras 2011/12 e 2012/13. **Fepagro**, Porto Alegre, 2011. 140 p.

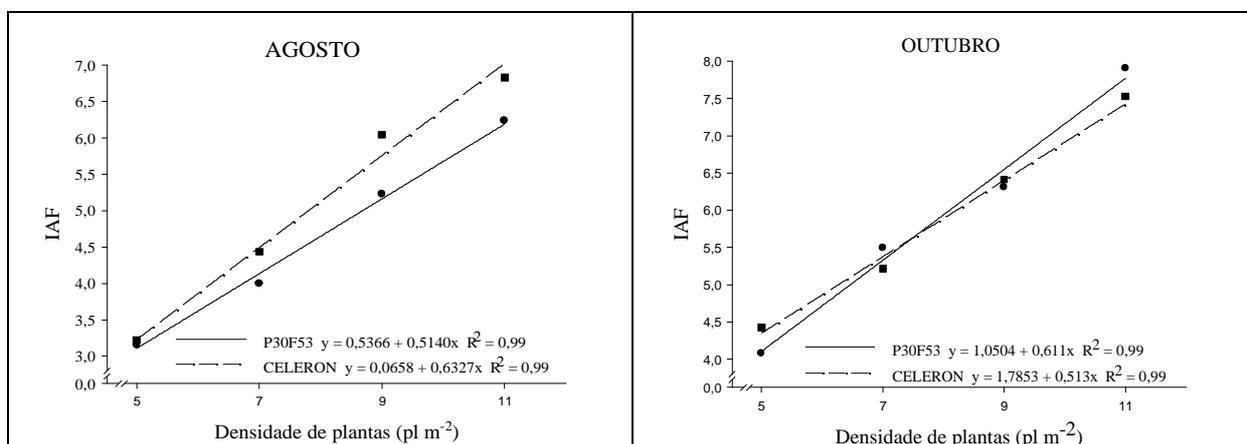


**Figura 1.** Índice de área foliar em milho no estágio de espigamento (R1) cultivado sob condições naturais de precipitação pluvial em função de densidade de plantas e época de semeadura, na média de dois híbridos. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

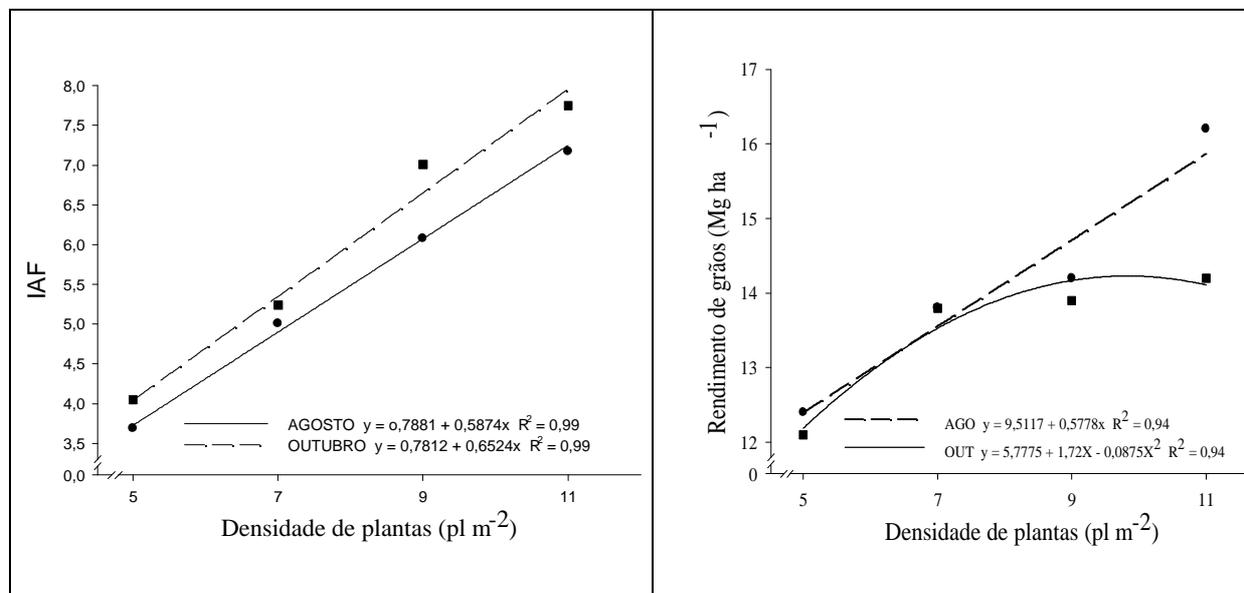
**Figura 2.** Rendimento de grãos de milho cultivados sob condições naturais de precipitação pluvial em função da densidade de plantas e época de semeadura, na média de dois híbridos. Eldorado do Sul-RS, 2010/11



**Figura 3.** Rendimento de grãos de milho cultivado sob condições naturais de precipitação pluvial em função de densidade de plantas e híbrido, na média de duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

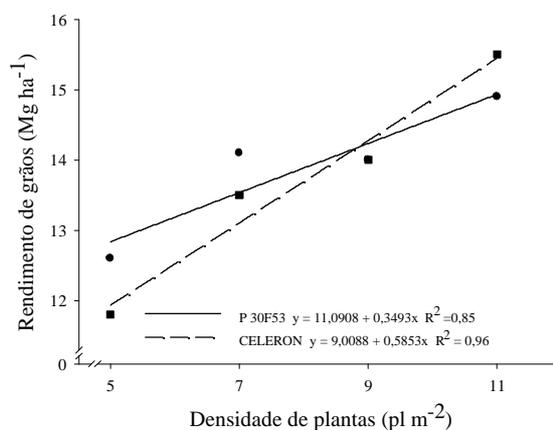


**Figura 4.** Índice de área foliar de milho, no estágio de espigamento (R1), cultivado sob irrigação apenas no período crítico de desenvolvimento da cultura do milho. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.



**Figura 5.** Índice de área foliar (IAF) no estágio de espigamento (R1) cultivado sob irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura na média de dois híbridos. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

**Figura 6.** Rendimento de grãos de milho cultivado sob irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura na média de dois híbridos. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.



**Figura 7.** Rendimento de grãos de milho cultivado sob irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, na média de duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

**Tabela 1.** Rendimento de grãos de milho do experimento irrigado apenas no período crítico em função de densidades de plantas e época de semeadura, na média dos dois híbridos. Eldorado do Sul, 2010/11.

Época de semeadura	Densidade de plantas m <sup>-2</sup>			
	5,0	7,0	9,0	11,0
	<b>Rendimento de grãos (t ha<sup>-1</sup>)</b>			
AGOSTO	11,1 <sup>NS</sup>	11,3	12,2	12,0
OUTUBRO	11,6	12,0	12,2	12,4

NS não significativo (p<0,05).

**Tabela 2.** Rendimento de grãos de milho cultivado sob irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura e sob condições naturais de precipitação pluvial, na média de quatro densidades de plantas. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

Híbrido	Irrigação durante todo ciclo		Sob condições naturais	
	Época de semeadura			
	Agosto	Outubro	Agosto	Outubro
	<b>Rendimento de grãos (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Celeron</b>	13,5 Ba*	13,9 Aa	6,1 Ba*	5,4 Ab
<b>P 30F53 Hx</b>	14,8 Aa	13,1 Bb	8,4 Aa	5,8 Ab

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Duncan (p• 0,05).