

## **Características Agronômicas da Cultura do Milho em Função da Densidade de Semeadura e Espaçamento Entrelinhas no Cerrado no Período da Safrinha**

Anderson Teruo Takasu<sup>1</sup>, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>2</sup>, Renato Jaqueto Goes<sup>3</sup>, Orivaldo Arf<sup>4</sup>, Kuniko Iwamoto Haga<sup>5</sup> e Stella Tosta Leal<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP.  
<sup>1</sup>teruounesp@yahoo.com.br (autor para correspondência), <sup>2</sup>ricardo@agr.feis.unesp.br,  
<sup>3</sup>renato\_goes5@yahoo.com.br, <sup>4</sup>arf@agr.feis.unesp.br, <sup>5</sup>kuniko@bio.feis.unesp.br  
<sup>6</sup>stellatostaleal@hotmail.com.

**RESUMO** - Técnicas como a redução do espaçamento entrelinhas de semeadura, permitindo um melhor arranjo das plantas no campo, juntamente com o aumento da densidade de semeadura, podem ser empregadas para aumentar a interceptação da radiação solar, visando o aumento do rendimento de grãos para os cultivares de milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar algumas características agronômicas e produtividade da cultura do milho em diferentes arranjos de plantas (cinco populações com 40, 55, 70, 85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m entrelinhas) no período da safrinha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2x5 com quatro repetições. Entre as características da cultura, a altura de planta, número de grãos por espiga, a altura de inserção da espiga, a produtividade e a massa de cem grãos aumentam com a redução no espaçamento entrelinhas. Os resultados mostram um incremento linear de produtividade quando se utiliza o espaçamento de 0,45 m.

Palavras-chave: *Zea mays* L., densidade de semeadura, espaçamento entrelinha, produtividade.

### **Introdução**

O milho representa um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados em todo Brasil, ocupando de maneira crescente posições significativas quanto ao valor da produção agropecuária. Com o crescente aumento do consumo mundial de milho, tanto para consumo humano quanto animal e atualmente para atender a demanda energética, existe uma pressão cada vez maior para o aumento do rendimento de grãos desse cereal (ARGENTA et al., 2001).

No território nacional, o rendimento médio do milho é muito baixo, em decorrência de fatores ligados à fertilidade do solo, arranjo espacial de plantas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004), uso de genótipos e práticas de manejo inadequadas (SANGOI et al., 2004). Recentemente, diferentes arranjos espaciais resultantes da combinação do espaçamento entre linhas de semeadura e o número de plantas por metro (na linha de semeadura) têm sido estudados com maior frequência pela maior ou menor adaptação das culturas ao ambiente. O fator arranjo

de plantas na cultura do milho foi alvo de muitas pesquisas (JOHNSON et al., 1998; ARGENTA et al., 2001). A conclusão foi de que a distribuição de plantas na linha possibilitaria melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, acarretando maior rendimento da cultura. Um dos objetivos da modificação do arranjo de plantas, pela redução da distância entre linhas, é encurtar o tempo necessário para que a cultura intercepte o máximo da radiação solar incidente e, com isso, incrementar a quantidade de energia captada por unidade de área e de tempo.

As características agronômicas introduzidas nos genótipos de milho desenvolvidos mais recentemente, como menor esterilidade de plantas, maior sincronismo entre pendoamento e espigamento, menor estatura da planta e altura de inserção da espiga, plantas com folhas de angulação mais ereta e elevado potencial produtivo determinam a necessidade reavaliar as recomendações de práticas de manejo adotadas na cultura do milho.

A densidade e o arranjo de plantas têm grande importância na interceptação e na eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel à produção de grãos. Esse efeito é mais significativo no milho do que em outras gramíneas, em função de características morfológicas, anatômicas e fisiológicas da planta (SANGOI, 2001).

A população ideal depende do cultivar, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da época de semeadura. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área. Quando a densidade de plantas é baixa, ocorre certa compensação por meio do aumento no número de espigas, em razão da prolificidade do genótipo e, ou, variação no tamanho da espiga, o que pode minimizar a diferença da produtividade (PEREIRA, 1991).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento da cultura de milho em função de dois espaçamentos de entrelinhas (0,45 e 0,90 m) e de arranjos populacionais de plantas (40, 55, 70, 85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>) com a implantação sendo realizada na segunda época de semeadura (safrinha).

### **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP - Campus de Ilha Solteira - SP, localizada no

município de Selvíria - MS com coordenadas geográficas de 51° 22' Oeste e 20° 22' Sul, e 335 metros de altitude. O solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico álico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006) sendo a precipitação média anual local de 1.370 mm, com temperatura e umidade do ar (médias anuais) de 23,5°C, 70 a 80%, respectivamente.

A semeadura da cultura do milho foi realizada em área com sistema convencional, em 6 de julho de 2011, com matracas, sendo as covas espaçadas de forma equidistante, de acordo com a população desejada e o espaçamento utilizado. Utilizou-se na adubação de semeadura 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-30-10 e a adubação de cobertura foi realizada no estágio V5 (cinco folhas expandidas) com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando como fonte o sulfato de amônio e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio (KCl). As plantas daninhas foram controladas em pós-emergência utilizando-se os herbicidas atrazina + tembotriona (1000 + 105 g do i.a. ha<sup>-1</sup>). Adicionou-se o adjuvante éster metilado de óleo de soja (720 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) na calda.

Os tratamentos foram constituídos da combinação entre dois espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m) e cinco populações de plantas 40, 55, 70, 85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>. O híbrido utilizado foi o DKB 390 YG, híbrido simples de ciclo precoce com grãos semiduros de coloração amarelo-alaranjado. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 (espaçamento entrelinhas e população de plantas) com quatro repetições por tratamento. As parcelas foram constituídas por seis e quatro linhas de 4,5 m de comprimento para os espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas, respectivamente. Para avaliação das características agrônomicas e da produtividade da cultura do milho foram utilizadas as quatro e as duas linhas centrais nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas, respectivamente.

Por ocasião do florescimento pleno, foram mensuradas, em cinco plantas por parcela, as seguintes características: altura de planta (medição do colo até a inserção da folha “bandeira”) e da espiga (medição do colo até a inserção da primeira espiga viável).

A colheita foi realizada em 7 de novembro de 2011 (120 dias após a semeadura), sendo avaliado: massa de cem grãos (massa corrigida para 130 g kg<sup>-1</sup> de teor de água em base úmida), número de grãos por fileira, número de grãos na espiga e a produtividade. Foram utilizadas 10 espigas ao acaso em cada parcela. A produtividade foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil das parcelas, o qual foi convertido para kg ha<sup>-1</sup> e corrigido para 130 g kg<sup>-1</sup> de teor de água (b.u.). O teor de água dos grãos foi obtido pelo

método elétrico não destrutivo indireto, mediante o uso do aparelho portátil *Multi-grain* (Dickey-John<sup>®</sup>), o qual propicia leitura direta.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA). Para a análise estatística dos resultados utilizou o software ESTAT aos níveis de 1 e 5% de probabilidade.

### **Resultados e Discussão**

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios de altura de inserção de espiga (AE), altura de planta (AP), número de grãos por fileira (NGPF), número de grãos por espiga (NGPE), massa de cem grãos (M100) e produtividade (PROD) em função dos arranjos espaciais de plantas e espaçamento entrelinhas na cultura do milho.

Verificou-se que o híbrido apresentou melhores resultados quando semeado no espaçamento de 0,45 m entrelinhas para as características de AP, AE, NGPE, M100 e PROD. Em contrapartida o NGPF apresentou melhor resultado quando o híbrido foi submetido ao espaçamento de 0,90 m entrelinha.

Sangoi et al. (2011) afirmam que a redução do espaçamento entrelinhas aumenta a interceptação da radiação solar no início do ciclo, mas não interfere na produtividade de grãos do milho.

Dourado Neto et al. (2003) utilizando o híbrido AG 1051 quando submetido a redução do espaçamento (de 0,80 m para 0,40 m) entre fileiras e população de 90 mil plantas ha<sup>-1</sup> verificaram efeito positivo na produtividade de grãos no genótipo de arquitetura foliar aberta, devido à otimização de interceptação de luz.

Em relação à população não houve diferenças para as características de AE, NGF, NGF e M100. Entre as densidades, a população de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou melhor resultado para altura de planta, possivelmente devido à menor competição de plantas na área e a população de 100.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou maior produtividade.

Stacciarini et al. (2010) utilizando-se o híbrido Pioneer 30K75 concluíram que a redução de espaçamento entrelinhas de cultivo (de 0,90 para 0,45 m) e aumento da densidade populacional (de 60 para 90 mil plantas ha<sup>-1</sup>) resultou em maior produtividade do híbrido 30K75, sem alterar suas características agrônomicas de altura de plantas, altura de inserção de espiga,

peso de 1000 grãos, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e porcentagem de espiga.

Na Tabela 2 verifica-se o desdobramento da interação entre o espaçamento entrelinhas e a população de plantas, onde a população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> no espaçamento de 0,45 m entrelinhas apresenta maior altura de inserção de espiga.

Na Tabela 3 o desdobramento da interação entre espaçamento entrelinhas e população de plantas para massa de cem grãos, verifica-se que as populações de 40 e 80 mil plantas ha<sup>-1</sup> quando submetida ao espaçamento 0,45 m entrelinhas apresentam grãos mais pesados.

Na Tabela 4 verifica-se o desdobramento da interação entre espaçamento entrelinhas e população de plantas para a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), onde a população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> no espaçamento de 0,45 m apresenta maior produtividade.

Demétrio et al. (2008) utilizando os híbridos (P30K73) e (P30F80) concluíram que a produtividade do milho aumenta com a redução no espaçamento (0,80 e 0,40 m) entrelinhas para os híbridos avaliados.

### **Conclusões**

1. A altura de planta, número de grãos por espiga, a altura de inserção da espiga, a produtividade e a massa de cem grãos do milho aumentam com a redução no espaçamento entrelinhas para o híbrido avaliado.
2. O incremento na densidade populacional do milho aumenta a produtividade.
3. A maior produtividade foi obtida na densidade de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> submetido ao espaçamento de 0,45 m entrelinhas.

### **Agradecimento**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

### **Literatura Citada**

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DOURADO NETO, D.D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.63-77, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2. ed. Guaíba: **Agropecuária**, 2004. 360 p.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

PEREIRA, R.S.B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético do milho (*Zea mays* L.). *Pesq. Agropec. Bras*, 26:745-751, 1991.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F. da; SCHIMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. **Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.46, n.6, p. 609-616, jun. 2011.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Arranjo espacial de plantas de milho: como otimizá-lo para maximizar o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.,2004, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá: EMBRAPA-CNPMS, 2004. CD.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. ; ALMEIDA, M. L. ; HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

STACCIARINI, T.C.V.; CASTRO, P.H.C.; BORGES, M.A.; GUERIN, H.F.; MORAES, P.A.C.;GOTARDO, M. **Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional**. *Rev. Ceres* [online]. 2010, vol.57, n.4, pp. 516-519

**Tabela 1.** Valores médios de altura de inserção de espiga (AE), altura de planta (AP), número de grãos por fileira (NGPF), número de grãos por espiga (NGPE), massa de cem grãos (M100) e produtividade (PROD) em função de arranjos espaciais de plantas e espaçamento entrelinhas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011).

Tratamento	AE(m)	AP (m)	NGPF	NGPE	M100 (g)	PROD (kg.ha <sup>-1</sup> )	
Espaçamento (E)	0,45	1,00a	2,62a	24,38b	436,45a	32,60a	9.823 a
	0,90	0,96b	2,35b	26,53a	393,33b	30,72b	8.234 b
População (P) (plantas ha <sup>-1</sup> )	40.000	0,98	2,70 <sup>(1)</sup>	26,55	432,73	32,47	5.634
	55.000	0,98	2,55	25,45	424,21	31,70	7.399
	70.000	1,01	2,55	26,15	428,56	32,48	9.744
	85.000	0,97	2,27	24,50	400,41	30,42	10.321
	100.00	0,98	2,37	24,62	388,58	31,24	12.044
Teste F	E	4,36*	15,13**	9,89**	9,76**	8,21**	38,95**
	P	0,60 <sup>ns</sup>	4,71**	1,40 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	78,54**
	E x P	2,87*	0,37 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	2,85*	2,84*
CV. (%)		6,13	8,85	8,49	10,51	6,55	8,91

<sup>ns</sup> – não significativo; \*\* e \* – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup> Y = -0,006x + 2,92; R<sup>2</sup> = 0,77.

**Tabela 2.** Desdobramento da interação significativa referente à altura de inserção de espiga em função do espaçamento entrelinhas e população de plantas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011)

Espaçamento entrelinhas (m)	População (plantas ha <sup>-1</sup> )				
	40.000	55.000	70.000	85.000	100.000
0,45	0,96a	1,00a	1,04a	0,96a	1,06a
0,90	1,00a	0,96a	0,98a	0,97a	0,90b

Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa referente à massa de cem grãos em função do espaçamento entrelinhas e população de plantas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011).

Espaçamento entrelinhas (m)	População (plantas ha <sup>-1</sup> )				
	40.000	55.000	70.000	85.000	100.000
0,45	34,80a	31,74a	33,83a	32,11a	30,55a
0,90	30,14b	31,66a	31,14a	28,73b	31,94a

Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação significativa referente para produtividade de grãos em função do espaçamento entrelinhas e população de plantas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011).

Espaçamento entrelinhas (m)	População (plantas ha <sup>-1</sup> )				
	40.000	55.000	70.000	85.000	100.000
0,45 <sup>(1)</sup>	6.098 a	7.594 a	10.612 a	11.344 a	13.467 a
0,90 <sup>(2)</sup>	5.169 a	7.205 a	8.876 b	9.299 b	10.621 b

Médias seguidas por mesma letra maiúscula nas linhas e por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. <sup>(1)</sup> Y = 123.25x + 1195.1; R<sup>2</sup>=0,97 <sup>(2)</sup> Y=86x + 2168.68; R<sup>2</sup>=0,95.