



**Desempenho agrônômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas**

*Agronomic performance of corn under different arrangements population and row spacing*

**Anderson Teruo Takasu<sup>1</sup>, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>1</sup>, Renato Jaqueto Goes<sup>1</sup>, Orivaldo Arf<sup>1</sup>,  
Kuniko Iwamoto Haga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Avenida Brasil, Centro, 56, CEP: 15385-000, Caixa-Postal 31, Ilha Solteira, SP. E-mail: teruounesp@gmail.com

Recebido em: 25/03/2013

Aceito em: 19/06/2013

**Resumo.** Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, atrás dos Estados Unidos e da China, no entanto apresenta muitas áreas de baixa produtividade. 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, consequentemente visando o incremento de produtividade de grãos para a cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar algumas características agrônômicas e produtividade do híbrido de milho DKB 390 YG<sup>®</sup> sob 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. A redução do espaçamento entrelinhas de plantas proporcionou o aumento da altura de planta, da altura de inserção da espiga, do número de grãos por fileira, do número de grãos por espiga, da massa de cem grãos e da produtividade. O aumento da população proporcionou menor altura de plantas e maior produtividade de grãos.

**Palavras-chave.** Densidade de semeadura, milho safrinha, produtividade, *Zea mays*.

**Abstract.** Currently, Brazil is the third largest producer of corn, behind the United States and China, however has many areas of low productivity. Techniques such as reducing the rows spacing of plants, allowing a better arrangement of plants in the field, along with increasing seeding rate, can be employed to increase the interception of solar radiation, thus aiming at the increase of grain yield for corn. The objective of this study was to evaluate some agronomic characteristics and productivity of hybrid maize DKB 390 YG<sup>®</sup> under different arrangements of plants (five populations with 40, 55, 70, 85 and 100 thousand plants ha<sup>-1</sup>) and two spacings (0,45 and 0,90 m lines) during the off-season. The experimental design was randomized blocks in a 2x5 factorial arrangement with four replications. The reduction rows spacing of plants resulted in increased the plant height, in insertion height of ear, the number of grains per row, number of grains per ear, the weight of hundred grains and productivity. The population increase resulted in lower plant height and increased productivity of grains.

**Keywords.** Sowing density, second crop, productivity, *Zea mays*.

### **Introdução**

O milho ocupa, dentre as culturas produtoras de grãos, a segunda maior área cultivada do país, estando presente em todo território nacional (CONAB, 2012). É cultivado em 3,6 milhões de propriedades agrícolas e em todos os estados da federação, com grande diversidade nas condições de cultivo, havendo desde a agricultura tipicamente de base familiar até lavouras que utilizam o mais alto nível tecnológico, alcançando altas produtividades (Mattoso & Melo Filho, 2008).

Atualmente a baixa produtividade média brasileira do milho, em torno de 4.800 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012), pode ser 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). Os diferentes arranjos espaciais resultantes da combinação do espaçamento entrelinhas de semeadura e o número de plantas por metro têm sido estudados com maior frequência pela maior ou menor adaptação das culturas ao ambiente (Kunz et al., 2007). O fator arranjo espacial de



plantas na cultura do milho tem sido alvo de muitas pesquisas (Demétrio et al., 2008; Kappes et al., 2011; Calonego et al., 2011). Argenta et al. (2001) concluíram que a distribuição de plantas na linha possibilitou melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, acarretando maior produtividade da cultura, e um dos objetivos da modificação do arranjo de plantas, pela redução da distância entrelinhas, 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 agrônômicas introduzidas nos genótipos de milho, 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 de reavaliar as recomendações de práticas de manejo adotadas na cultura do milho (Silva et al., 1999).

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 produtividade 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).

O milho é a gramínea mais sensível à variação na população de plantas. A população ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, dependendo da disponibilidade hídrica, da fertilidade do solo, do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do espaçamento entrelinhas. Vários pesquisadores consideram o próprio genótipo como principal determinante da densidade de plantas. O aumento da população de plantas até determinado limite é uma técnica usada com a finalidade de elevar o rendimento de grãos da cultura do milho, porém, o número ideal de plantas por hectare é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica proporcionado pelas diferentes densidades de planta (EMBRAPA, 2008).

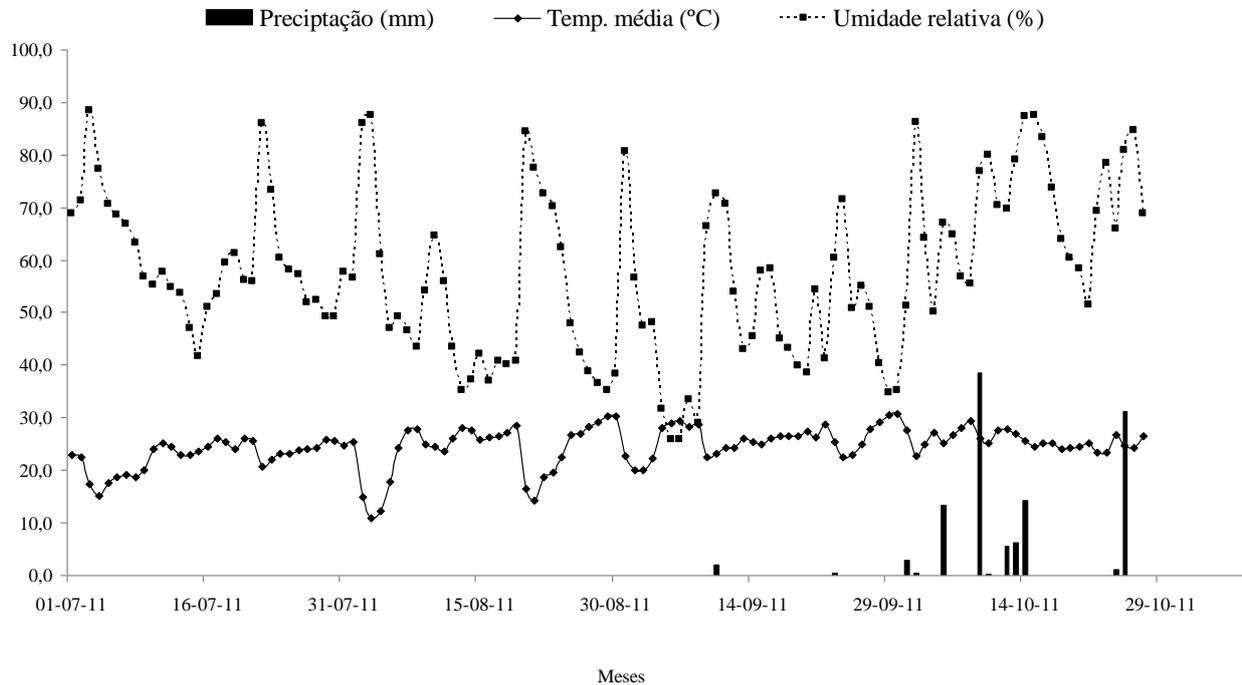
O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento da cultura de milho em função de espaçamentos de entrelinhas (0,45 e 0,90 m) e de arranjos populacionais de plantas (40, 55, 70, 85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>) semeados na segunda época (safrinha).

## 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. Na Figura 1, encontram-se os valores diários de umidade relativa, precipitação e temperatura média do ar registrados durante o período do experimento.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0,0 a 0,2 m, e submetidos à análise química para fins de fertilidade, a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,5; 26,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 2,1; 10,0; 7,0; 42,0; 19,1 e 61,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 17,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 31,0.

O local utilizado para semeadura foi em área de sistema de preparo convencional do solo, onde foi realizada uma aração com grade pesada e duas gradagens niveladoras. A semeadura do milho foi realizada 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. As sementes foram tratadas com 37,5 g do i.a. de imidacloprido + 112,5 g do i.a. de tiodicarbe por 100 kg. A adubação de cobertura foi realizada no estádio V<sub>5</sub> (cinco folhas expandidas) e a dose utilizada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia (45% de N) e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), seguida de irrigação por canhão autopropelido (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia. Não foi realizado controle de plantas daninhas na pré-emergência, na fase de pós-emergência utilizou-se 1.000 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de atrazina + 105,0 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de tembotriona na forma de mistura no estádio V<sub>6</sub> da cultura. Adicionou-se a calda de aplicação o adjuvante éster metilado de óleo de soja (720 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Sempre que necessário foi realizada irrigação com canhão autopropelido, com lamina de água de 20 mm.



**Figura 1.** Umidade relativa, precipitação e temperatura média do ar registrado durante o período do experimento. Selvíria, MS, 2011.

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  $ha^{-1}$ . O híbrido utilizado foi o DKB 390 YG<sup>®</sup>, 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. No espaçamento de 0,45 m entrelinhas, cada parcela foi constituída de seis linhas de 5,0 m de comprimento, sendo considerada para avaliação as quatro linhas centrais, com área útil de 8,1  $m^2$  e no espaçamento de 0,90 m entrelinhas, cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, sendo considerada para avaliação as duas linhas centrais, com área útil de 8,1  $m^2$ , sendo excluído 0,5 m de cada parcela.

Por ocasião do florescimento pleno, foram mensuradas com régua graduada em centímetros, 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 4 de novembro de 2011, sendo avaliado: massa de cem grãos em gramas com duas casa depois da vírgula (massa corrigida para 130  $g\ kg^{-1}$  de teor de água em base

úmida), número de grãos por fileira, número de grãos na espiga e a produtividade de grãos. Foram utilizadas 10 espigas ao acaso em cada parcela. A produtividade foi obtida a partir da debulha manual e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil (8,1  $m^2$ ) das parcelas, o qual foi convertido para  $kg\ ha^{-1}$  e corrigido para 130  $g\ kg^{-1}$  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.

Para análise estatística dos resultados obtidos, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos as médias foram comparadas por meio do Teste de Tukey (1 e 5% de probabilidade). As variáveis quantitativas, efeito significativo de densidades de semeadura e da interação significativa entre densidades de semeadura x espaçamento entrelinhas foram submetidas a análise de regressão. Utilizou-se o software ESTAT (1 e 5% de probabilidade).

### Resultados e Discussão

Em relação à altura de plantas verificou-se diferença significativa com a redução do espaçamento entrelinhas e ajuste linear decrescente à medida que houve aumento da população de plantas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AE), número de grãos por fileira (NGPF), número de grãos por espiga (NGPE), massa de cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função da população de plantas e espaçamento entrelinhas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011).<sup>(1)</sup>

Tratamento		AP (m)	AE(m)	NGPF	NGPE	M100 (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Espaçamento (E)	0,45	2,62 a	1,00 a	26,53 a	436,45 a	32,60 a	9.823 a
	0,90	2,35 b	0,96 b	24,38 b	393,33 b	30,72 b	8.234 b
População (P) (plantas ha <sup>-1</sup> )	40.000	2,70 a	0,98	26,55	432,73	32,47	5.634 d
	55.000	2,55 ab	0,98	25,45	424,21	31,70	7.399 c
	70.000	2,55 ab	1,01	26,15	428,56	32,48	9.744 b
	85.000	2,27 b	0,97	24,50	400,41	30,42	10.321 b
	100.000	2,37 b	0,98	24,62	388,58	31,24	12.044 a
Teste F	E	15,15**	4,36*	9,89**	9,76**	8,21**	38,95**
	P	4,71**	0,60 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	78,54**
	E x P	0,37 <sup>ns</sup>	2,87*	0,63 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	2,85*	2,84*
CV. (%)		8,85	6,13	8,49	10,51	6,55	8,91

<sup>(1)</sup>ns – 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.

Verificou-se que a redução do espaçamento entrelinhas de 0,90 para 0,45 m acarretou em plantas de porte maior provavelmente devido ao melhor arranjo espacial das plantas com a redução do espaçamento. Entretanto, apesar da tendência de aumento no porte das plantas, não houve plantas acamadas e/ou quebradas na área experimental. À medida que aumentou a população de plantas, ocorreu à redução da altura da planta, onde a população de 85 mil plantas ha<sup>-1</sup> resultou em plantas de menor porte, entretanto diferindo estatisticamente somente da população de 40 mil plantas ha<sup>-1</sup>, possivelmente devido a maior competição intraespecífica do híbrido por água, nutrientes e radiação solar na linha para as maiores populações.

Notavelmente, a menor altura de planta, uma das modificações verificadas na arquitetura das plantas de milho, tem sido um caractere de interesse entre os produtores de milho por permitir cultivos em maiores densidades e maior eficiência na colheita mecânica, ao mesmo tempo em que reduz problemas relacionados ao acamamento e quebraimento de plantas antes do ponto de colheita, comumente evidenciado com plantas de porte elevado (Almeida et al., 2000). Além disso, a menor altura de planta tem permitido maior penetração de luz no dossel (mesmo com alto índice de área foliar) e diminuição de competição intraespecífica por recursos naturais sob altas populações de plantas (Kappes, 2010). Já Demétrio et al. (2008)

trabalhando com o milho na época da safra verificaram não haver diferença significativa para a redução do espaçamento (0,80; 0,60 e 0,40 m), e ocorreu aumento linear crescente da altura de plantas com o aumento da população, onde a população de 90 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentou maior altura de plantas.

Para a altura de inserção de espiga houve efeito significativo do espaçamento entrelinhas (Tabela 1) e interação entre a população de plantas x espaçamentos entrelinhas (Tabela 2), porém não se verificou efeito significativo (p<0,05) para os valores de densidade de semeadura (Tabela 1). A redução de espaçamento entrelinhas de 0,90 para 0,45 m acarretou plantas com maior altura de inserção de espiga. Isso pode ser devido à maior quantidade de nutrientes e de luz solar disponíveis à cultura com a redução do espaçamento entrelinhas, e menos plantas por metro linear. Estes resultados diferem dos encontrados por Kappes et al.(2011) que constataram não haver diferença para o espaçamento adotado (0,45 e 0,90 m), no entanto verificaram que houve incremento linear na altura de inserção de espiga à medida que aumentou a densidade de plantas, sendo, a maior altura encontrada na densidade de 90 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Já Modolo et al. (2010) ao utilizarem espaçamento reduzido (0,45 m) verificaram plantas com menor altura de inserção de espiga. De acordo com Fornasieri Filho (2007) essas alterações

fisiológicas e morfológicas da planta variam em função da cultivar e são responsáveis pelo aumento de plantas acamadas e quebradas, o que pode reduzir a produtividade de grãos.

Na Tabela 2, apresenta-se o desdobramento da interação significativa do espaçamento

entrelinhas dentro da população de plantas, referente à altura de inserção de espiga. Foi observado que apenas na população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, os valores do espaçamento 0,45 m foram superiores aos do espaçamento de 0,90 m entrelinhas para a altura de inserção de espiga.

**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).<sup>(1)</sup>

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

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

No que se refere ao número de grãos por fileira e ao número de grãos por espiga verificou-se efeito significativo para o espaçamento entrelinhas, porém não houve efeito para as populações utilizadas (Tabela 1). O espaçamento de 0,45 m proporcionou plantas com maior quantidade de grãos por fileira e grãos por espiga de milho. Estes resultados corroboram em parte os encontrados por Amaral Filho et al. (2005), que obtiveram com a redução do espaçamento de 0,80 para 0,60 m, maior número de grãos por espiga. Entretanto, Dourado Neto et al. (2003) concluíram que a redução do espaçamento de 0,80 m para 0,40 m, de maneira geral, não influenciou o número de grãos por fileira. Farinelli et al. (2012) concluíram que a redução do espaçamento não interferiu no número de grãos por espiga, entretanto verificaram que o aumento na densidade populacional reduziu o número de grãos por espiga que corroboram com os resultados deste experimento.

Marchão et al. (2005) relacionaram a não resposta para a população pelo fato de que o potencial de produção é definido no primeiro estágio de desenvolvimento, quando ocorre o início do processo de diferenciação floral e a formação dos primórdios da espiga, não havendo ainda influência significativa da competição por plantas no ambiente.

Com relação à massa de 100 grãos houve resposta significativa para o espaçamento entrelinhas e da interação entre espaçamento e a população de plantas (Tabela 1). Quando se reduziu o espaçamento entrelinhas para 0,45 m, a massa dos grãos foi 5,7% superior em relação ao 0,90 m. Estes resultados que confirmam os obtidos por Lana et al. (2009) que verificaram incremento na massa de grãos, atribuída ao menor espaçamento, decorrente da configuração de um arranjo das plantas que favoreceu a melhor distribuição dos indivíduos, propiciando adequado aproveitamento de fatores abióticos, como ganhos pela menor competição intraespecífica entre plantas, o que leva ao maior enchimento de grãos.

Com relação ao espaçamento dentro da população, observou-se que as populações de 40 e 85 mil plantas ha<sup>-1</sup>, quando submetidas ao espaçamento 0,45 m entrelinhas, apresentaram grãos com maior massa em relação ao de 0,90 m. Na população de 40 mil plantas ha<sup>-1</sup> estes resultados podem estar associados à maior quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas e/ou a menor competição intraespecífica na linha, e para a população de 85 mil plantas ha<sup>-1</sup> ao melhor arranjo espacial das plantas na área (Tabela 3).

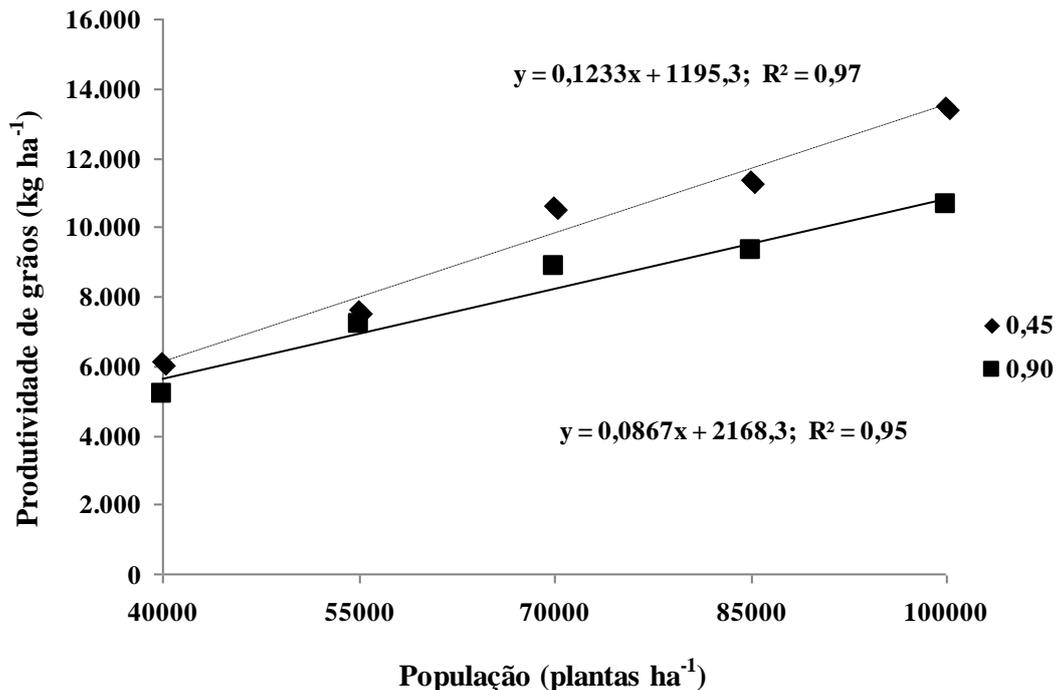
**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa referente à massa de cem grãos em função do espaçamento entrelinhas e população de plantas na cultura do milho. Selvíria (MS), Brasil (2011).<sup>(1)</sup>

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

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

A produtividade foi influenciada positivamente com a redução do espaçamento e com o aumento de população de plantas, e verificou-se interação significativa entre o espaçamento e população (Tabela 1). Isto pode ser atribuído à maior eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição intraespecífica por luz,

água e nutrientes, devido a sua distribuição mais equidistante (Argenta et al., 2001). Verificou-se incremento linear na produtividade à medida que se aumentou a população de plantas tanto para o espaçamento de 0,45 m entrelinhas quanto para o de 0,90 m (Figura 2).



**Figura 2.** Produtividade de grãos em razão da população de plantas, na safrinha 2011, em Selvíria, MS.

Na Tabela 4 verifica-se o desdobramento da interação entre espaçamento entrelinhas e população de plantas para a produtividade de milho. Pelo desdobramento da interação da população dentro do espaçamento, verificou-se que as populações de 70,

85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentaram maior produtividade com a redução do espaçamento entrelinhas de 0,90 para 0,45 m, com a população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentando a maior produtividade no espaçamento de 0,45 m.

**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).<sup>(1)</sup>

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

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Dourado Neto et al. (2003) utilizando o híbrido AG 1051 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. De maneira semelhante, Stacciarini et al. (2010) utilizando 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, 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. Já Cruz et al. (2007) constataram que a produtividade de grãos foi influenciada pela interação significativa entre espaçamento e densidade de semeadura em dois anos agrícolas e que a produtividade de grãos cresceu linearmente com o aumento da densidade de plantas, em ambos os espaçamentos. Entretanto, no espaçamento de 0,50 m entre fileiras, a produtividade apresentou maior amplitude quando passou de 40 para 77,5 mil plantas ha<sup>-1</sup> ao espaçamento de 0,80 m, indicando que a redução de espaçamento é mais vantajosa quando se utilizam maiores densidades de plantas.

### Conclusões

A utilização do espaçamento de 0,45 metros entrelinhas proporciona aumento na altura de planta, na altura de inserção de espiga, no número de grãos por fileira, no número de grãos por espiga, na massa de cem grãos e na produtividade de grãos na cultura do milho.

O incremento na densidade populacional do milho promove redução na altura de plantas e aumento da produtividade de grãos, assim com o espaçamento de 0,45 metros entrelinhas e arranjo espacial de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> proporciona maior produtividade de grãos de milho.

### Agradecimento

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

### Referências

ALMEIDA, M.L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, Porto Alegre, RS, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, E.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, p.467-473, 2005.

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

CALONEGO, J.C.; POLETO, L.C.; DOMINGUES, F.N.; TIRITAN, C.S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, MS, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro/2012**. Brasília, DF: Conab, 2012. 30p.

CRUZ, J.C.; PEREIRA, F.T.F.; PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA, A.C.; MAGALHÃES, P.C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

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**, Sete Lagoas, 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.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agrônomicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entrelinhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21-27, 2012



- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007, 574 p.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A.C.; ARF, M.V.; FERREIRA, J.P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.2, p.334-343, 2011.
- KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. Ilha Solteira-SP: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010. 128 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de produção), UNESP “Júlio de Mesquita Filho”, 2010.
- KUNZ, J.H; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; HECKLER, B.M.M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.
- LANA, M.C.; WOYTICHOSKI JÚNIOR, P.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 433-438, 2009.
- MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 6, p. 93-101, 2005.
- MATTOSO, M.J.; MELO FILHO, G.A. Coeficientes Técnicos. In: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho**. 4<sup>a</sup> ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 2008 (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fonte\\_sHTML/Milho/CultivodoMilho\\_4ed/manejomilho.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fonte_sHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm)>. Acesso em 01 junho 2013
- MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E.M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entrelinhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 03, p. 435-441, 2010.
- 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. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.159-168, 2001.
- SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.585-592, 1999.
- 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 entrelinhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v.57, n.4, p.516-519. 2010.