

## RESPOSTA DE CULTIVARES DE MILHO TRANSGÊNICO E CONVENCIONAL A DENSIDADES POPULACIONAIS

ROGÉRIO FARINELLI<sup>1</sup> e WILSON ROBERTO CERVEIRA JUNIOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unifeb, Barretos, SP, Brasil, [rog.farinelli@hotmail.com](mailto:rog.farinelli@hotmail.com), [pacokinhajunior@hotmail.com](mailto:pacokinhajunior@hotmail.com)

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.3, p. 336-346, 2014*

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes morfológicos, produtivos, como também a produtividade de grãos, de dois cultivares comerciais de milho submetidos a quatro densidades populacionais na safra verão 2011/2012. Os tratamentos foram constituídos por dois híbridos comerciais de milho (um com tecnologia transgênica - AG 8088 VT PRO e um com tecnologia convencional - AG 8088) e quatro densidades populacionais, representadas por 50.000, 60.000, 70.000 e 80.000 plantas por hectare, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. O híbrido transgênico possui a característica de resistência durante todo o ciclo da cultura a algumas espécies de insetos da ordem Lepidoptera, promovendo o controle da *Diatraea saccharalis* (broca-do-colmo), da *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) e da *Helicoverpa zea* (lagarta-da-espiga). Mediante os resultados, verificou-se que o florescimento, a área foliar, a altura de inserção da primeira espiga, os número de fileiras por espiga e de grãos por espiga foram influenciados pelas densidades, pelos híbridos, bem como pela interação. Com o aumento na densidade populacional, houve acréscimo de produtividade de grãos para ambos os híbridos, sendo que o AG 8088 VT PRO sobressaiu-se em relação ao AG 8088, com melhores produtividades. As produtividades obtidas foram baixas em virtude da redução da precipitação pluviométrica durante o desenvolvimento reprodutivo dos híbridos.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., híbridos, transgenia, características agrônômicas; produtividade de grãos.

## RESPONSE OF TRANSGENIC AND CONVENTIONAL MAIZE VARIETIES TO POPULATION DENSITIES

**ABSTRACT** - The objective of this research was to evaluate the morphological and productive components, as well as grain yield of two maize cultivars subjected to four different crop densities in spring-summer 2011/2012. Thus, the experimental design was randomized blocks, in 2 x 4 factorial design with four replications. The treatments consisted of two commercial maize hybrids (AG 8088 VT PRO - transgenic and AG 8088- conventional) and four densities (50,000; 60,000; 70,000 and 80,000 plants per hectare). The transgenic hybrid is resistant to some species of insects of the order Lepidoptera, throughout the crop cycle, promoting the control of *Diatraea saccharalis*, *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea*. The results indicated that leaf area, height of first ear, number of rows per ear and grains per ear were affected by density, hybrid, and the interaction. With the increase in population density, grain yield increased in both hybrids, and AG 8088 VT PRO showed better performance compared to AG 8088, with higher yields. The yields obtained were low due to the reduction in rainfall during the reproductive development of the hybrids.

**Key words:** *Zea mays* L., hybrids, transgenic, agronomic characteristics; grain yield.

Nos últimos anos, a cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças no manejo e nos tratos culturais, o que tem resultado em aumentos significativos na produtividade de grãos. Entre essas mudanças, destacam-se a adoção de sementes de cultivares com maior potencial de produção, adequada nutrição mineral, alterações no espaçamento e na densidade de semeadura de acordo com as características das cultivares e, principalmente, a adoção da biotecnologia.

O uso da biotecnologia no milho já é uma realidade e o uso de cultivares transgênicas tem sido de extrema importância para o acréscimo de produtividade da cultura. Na safra 2010/2011, as cultivares transgênicas representaram 55,6% da área de milho cultivada no Brasil. No país, o cultivo com culturas transgênicas alcançou 25,4 milhões de hectares, tornando-o o segundo maior produtor de culturas transgênicas, atrás somente dos Estados Unidos, com 66,8 milhões de hectares (Zancanaro et al., 2012)

Dentre as tecnologias de milho transgênico, destaca-se a resistência às lagartas (tecnologia Bt), que consiste na inserção do gene Bt (*Bacillus thuringiensis*) na planta, o que promove ganhos em produtividade, minimizando as perdas por ataque de lagartas da ordem Lepidoptera (*Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* e *Helicoverpa zea*) (Paterniani, 2002). Em 2012/2013, das 479 cultivares lançadas comercialmente, 168 apresentaram tecnologia Bt, sendo que a tolerância e/ou a resistência a estas pragas permite também redução do custo de produção e diminuição no uso de agrotóxicos nas lavouras (Cruz et al., 2013).

Outra técnica empregada para a obtenção de maior produtividade de milho está na escolha do arranjo espacial das plantas na área. Entre as formas de manipulação do arranjo espacial de plantas de milho, a densidade populacional é a que tem maior efeito na produtividade de grãos, pois pequenas alterações na população

refletem modificações relativamente grandes no rendimento final (Silva et al., 2006).

De acordo com Fornasieri Filho (2007), em geral, no Brasil o milho é cultivado nos diversos sistemas de produção em uma variação de densidade populacional, situando-se entre 40.000 a 90.000 plantas ha<sup>-1</sup> e sob espaçamentos reduzidos, entre 45 a 60 cm. Alvarez et al. (2006) verificaram que o aumento na densidade de 55.000 para 75.000 plantas ha<sup>-1</sup> proporcionou acréscimo na produção de matéria seca e na produtividade de grãos, independente do ano de cultivo, do espaçamento entre fileiras de 70 e 90 cm e da cultivar utilizada. Já no trabalho conduzido por Cruz et al. (2007), foi possível obter aumento de 24,3% na produtividade, utilizando densidade superior a 77.500 plantas ha<sup>-1</sup> no espaçamento de 50 cm.

Além de afetar a produtividade, o arranjo espacial influencia outras características da cultura do milho. No estudo realizado por Farinelli et al. (2012), as densidades populacionais de 60.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup> diminuíram o diâmetro de colmo, o número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos; contudo, aumentaram a altura da planta e a produtividade. Em virtude disso, é que se procura avaliar o desempenho da cultura do milho em densidades populacionais e espaçamentos entre linhas, a fim de determinar qual o arranjo espacial de plantas proporciona melhor aproveitamento das condições edafoclimáticas e, conseqüentemente, melhor produtividade de grãos (Cruz et al., 2007; Demétrio et al., 2008).

Os trabalhos de pesquisas no Brasil envolvendo o arranjo espacial de plantas na cultura do milho foram, até o momento, conduzidos com híbridos convencionais, necessitando, portanto, avaliar em híbridos com tecnologia Bt, em virtude de sua importância, aquisição e aceitação por parte dos produtores rurais no país. Dessa maneira, o trabalho teve como

objetivo estudar o desempenho agrônômico de híbrido de milho transgênico e do convencional submetidos a diferentes densidades populacionais a fim de expressar o potencial produtivo.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Unifeb (Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos), com coordenadas geográficas de latitude 20° 33' Sul e longitude 48° 34' Oeste, a uma altitude de 530 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, ou seja, com inverno seco e moderado e verão quente e chuvoso.

O solo da área, segundo Santos et al. (2006), corresponde ao Latossolo vermelho distroférico, sendo que a caracterização química foi realizada antes da instalação do experimento (Tabela 1). A área experimental encontrava-se em pousio até a instalação do respectivo trabalho. O sistema de manejo de solo empregado foi o convencional, com uma aração, seguida de subsolagem e duas gradagens niveladoras.

Com uma semeadora-adubadora, foram abertos os sulcos distanciados em 0,50 m, realizando-se simultaneamente a aplicação de 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-14-8 + 0,5% Zn, seguindo as recomendações de Raij et al. (1997), para uma produtividade estimada de 8-10 t ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois cultivares de milho, híbrido convencional AG 8088 e

híbrido transgênico AG 8088 VT PRO (provenientes da empresa Monsanto / Sementes Agrocere), e quatro densidades populacionais, representadas por 50.000, 60.000, 70.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O híbrido 8088 VT PRO possui a tecnologia transgênica de segunda geração, que produz duas proteínas inseticidas do Bt (*Bacillus thuringiensis*), que expressa característica de resistência durante todo o ciclo da cultura, o que permite o controle eficiente da *Diatraea saccharalis* (broca-do-colmo), da *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) e da *Helicoverpa zea* (lagarta-da-espiga).

Ambos os cultivares possuem característica de híbrido simples, ciclo precoce (870 graus-dia), recomendados para o cultivo de safra primavera-verão e safrinha, possuem grãos alaranjados e do tipo duro, com finalidade de produção de grãos e silagem e são recomendados para a região Sudeste do Brasil (Cruz et al., 2012).

A semeadura foi realizada em 18/12/2011, de forma manual na época tardia de cultivo de primavera-verão (Sans & Guimarães, 2012), utilizando margem de semeadura de 50% de sementes, sendo que, posteriormente, foram realizados os desbastes necessários para adequação da densidade populacional de cada tratamento.

As parcelas foram formadas por cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m, considerando como área útil para realizar as avaliações as duas linhas centrais.

A adubação de cobertura foi realizada no estágio V6 (6 folhas totalmente expandidas), com a aplicação de

**TABELA 1.** Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm. Barretos, SP, 2011.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-1</sup> -----						%
5,0	22,0	10,0	1,8	19,0	7,0	24,7	27,8	52,5	52,9

120 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio), de acordo com a classe de resposta alta (Raij et al., 1997), em filete contínuo a 10 cm de distância das plantas de milho.

Por ocasião do pendoamento (estádio Vt), foi avaliado nas linhas centrais o florescimento masculino, até quando 50% das plantas apresentarem o pendão liberando pólen.

No estágio de florescimento feminino (R1), foi realizada a avaliação da área foliar, determinada em dez plantas ao acaso, na folha acima e oposta da primeira espiga, utilizando os parâmetros de comprimento máximo do limbo (C), a largura máxima perpendicular à nervura principal do limbo foliar (L) e o produto do comprimento pela largura e por um fator de correção de 0,75 (Elings, 2000), ou seja,  $AF = C \times L \times 0,75$ .

No estágio de maturação fisiológica (R6), avaliaram-se, em dez plantas ao acaso por parcela, a altura de planta (medida do nível do solo até a inserção da última folha), a altura de inserção de primeira espiga (medida do nível do solo até a inserção da primeira espiga) e o diâmetro de colmo (medida acima do nível do solo no segundo entrenó do colmo).

Posteriormente, avaliaram-se as demais variáveis número de fileiras e número de grãos por espiga, contando-se nas espigas de dez plantas ao acaso por parcela antes da colheita. A colheita foi realizada manualmente, na área útil de cada parcela, tendo sido colhidas todas as espigas com palha. A massa de 100 grãos foi realizada por meio da coleta de duas amostras de 100 grãos e posterior pesagem, sendo calculada em 13% de base úmida. A produtividade de grãos foi obtida por meio da massa de grãos, determinando-se o teor de água calculado em 13% de base úmida.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F, e, para a comparação dos valores obtidos para os híbridos, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de

regressão polinomial para a comparação dos valores das densidades populacionais, bem como das interações significativas.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2, verifica-se que a densidade populacional afetou o florescimento masculino, sendo menor o período em razão do aumento do número de plantas por área, corroborando com Argenta et al. (2001), que relataram que os subperíodos de desenvolvimento da planta de milho diminuem com altas densidades. Quanto aos híbridos, ocorreu precocidade para o híbrido AG 8088 VT PRO, ou seja, a transgenia propiciou a liberação das flores masculinas com antecedência. Mas, de acordo com Cruz et al. (2012), esses dois híbridos possuem a mesma duração do subperíodo semeadura-florescimento masculino, como também demais características agronômicas, sendo apenas a diferenciação quanto à tecnologia Bt.

Em relação à área foliar, o híbrido transgênico obteve o maior resultado, com grande e significativa diferença quando comparado ao convencional. O menor ataque da lagarta-do-cartucho observado pode permitir que essa cultivar produza massa verde em maior quantidade, e posterior maior potencial fotossintético, pois a área foliar contribui para o valor biológico da planta de milho (Fornasieri Filho, 2007). Segundo Vieira Junior et al. (2006), a elevada variabilidade dos valores observados na área foliar ocorre em decorrência do amplo material genético (diversidade de genótipos) que é encontrado no Brasil.

As densidades populacionais afetaram negativamente, sendo que o acréscimo do número de plantas por área promoveu menores valores (Tabela 2), resultando em folhas de tamanhos menores; isso é explicado a fim de compensar o efeito da competição entre plantas por

fatores ambientais, porém não comprometendo a produtividade de grãos, como já relatado por Sangoi (2000). Além disso, a escolha do arranjo de plantas adequado é uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar o índice de área foliar, a interceptação da radiação solar, pois são fatores determinantes da produtividade (Argenta et al., 2001; Vieira Junior et al., 2006).

Quanto às demais características morfológicas (Tabela 3), verifica-se que a altura de planta e o diâmetro de colmo não foram influenciados pelos tratamentos estudados, sendo que apenas houve acréscimo para altura de inserção de primeira espiga mediante o aumento das densidades, como também para o híbrido AG 8088. Trabalhos da literatura reportaram que o aumento da população de plantas promove acréscimo nas

alturas de planta e de espiga e diminui o diâmetro de colmo (Dourado Neto et al., 2003; Marchão et al., 2006; Demétrio et al., 2008; Farinelli et al., 2012). Contudo, é importante relatar que as alturas de planta e de inserção de primeira espiga foram consideravelmente baixas, não se assemelhando às informações técnicas desses híbridos de milho, que, segundo Cruz et al. (2012), apresentam altura de planta e de espiga de 2,30 m e 1,20 m, respectivamente. Isso pode ser explicado pelas condições climáticas que ocorreram no desenvolvimento do experimento, com baixa precipitação durante a condução do experimento, o que refletiu nos valores encontrados.

Houve efeito das densidades populacionais dos híbridos, como também da interação para os componentes da produção, representados pelos números de fileiras

**TABELA 2.** Florescimento masculino e área foliar, em função da densidade populacional e dos híbridos de milho. Barretos, SP, 2012.

Tratamentos <sup>1</sup>	Florescimento (das)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Densidades populacionais (plantas ha <sup>-1</sup> )		
50.000	64 <sup>2</sup>	533 <sup>3</sup>
60.000	62	463
70.000	60	435
80.000	59	412
Teste F	47,51**	66,53**
Híbridos (H)		
8088	63 A	429 B
8088 VT PRO	60 B	493 A
Teste F	21,19**	97,61**
D x H		
Teste F	8,41 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>
Média	61	461
CV (%)	2,24	3,95

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\*significativo a 1%. <sup>ns</sup>não significativo. <sup>2</sup>y = -0,00018x + 7 e R<sup>2</sup> = 0,50\*\*. <sup>3</sup>y = -0,0039x + 716 e R<sup>2</sup> = 0,92\*\*

por espiga e grãos por espiga. Para o híbrido convencional, à medida que aumentou a densidade populacional, ocorreu acréscimo linear nos valores, enquanto que o híbrido transgênico não teve aumento significativo do número de fileiras por espiga mediante a densidade populacional (Figura 1).

Para o número de grãos por espiga, houve respostas inversas, sendo que, para o AG 8088, os resultados diminuíram em relação às densidades e, para o AG 8088 VT PRO, houve resposta linear crescente (Figura 2). Em geral, a competição intraespecífica com o aumento populacional ou qualquer tipo de estresse tende a reduzir os números de fileiras e de grãos por fileiras e, desse modo, a planta tende a abortar os grãos da ponta da espiga e, conseqüentemente, as espigas tornam-se

mais curtas, pois menos recursos do meio estão disponíveis para cada planta (Brachtvogel et al., 2009).

Contudo, o resultado obtido para o híbrido AG 8088 VT PRO quanto ao acréscimo do número de grãos por espiga pode demonstrar que a transgenia propicia melhorias nas características produtivas, mesmo em condições de competição envolvendo aumento da densidade populacional. Demétrio et al. (2008) verificaram que, até a densidade de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>, houve aumento do número de grãos por espiga. A partir dessa população, o aumento da densidade populacional provocou a diminuição desse componente, indicando crescente competitividade por fotoassimilados. De certa forma, os resultados do presente trabalho corroboram com os trabalhos de

**TABELA 3.** Altura de planta, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo, em função da densidade populacional e dos híbridos de milho. Barretos, SP, 2012.

Tratamentos <sup>1</sup>	Altura de planta (m)	Altura de primeira espiga (m)	Diâmetro de colmo (cm)
Densidades populacionais (plantas ha <sup>-1</sup> )			
50.000	1,80	0,59 <sup>2</sup>	1,40
60.000	1,80	0,60	1,27
70.000	1,81	0,62	1,19
80.000	1,82	0,63	1,17
Teste F	2,28 <sup>ns</sup>	8,99 <sup>**</sup>	5,04 <sup>ns</sup>
Híbridos (H)			
8088	1,81	0,66 A	1,25
8088 VT PRO	1,80	0,57 B	1,27
Teste F	0,13 <sup>ns</sup>	108,90 <sup>**</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
D x H			
Teste F	1,90 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
Média	1,81	0,61	1,26
CV (%)	4,03	4,05	10,59

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>\*\*</sup>significativo a 1%. <sup>ns</sup>não significativo. <sup>2</sup>y = 0,00014x + 0,52 e R<sup>2</sup> = 0,50<sup>\*\*</sup>

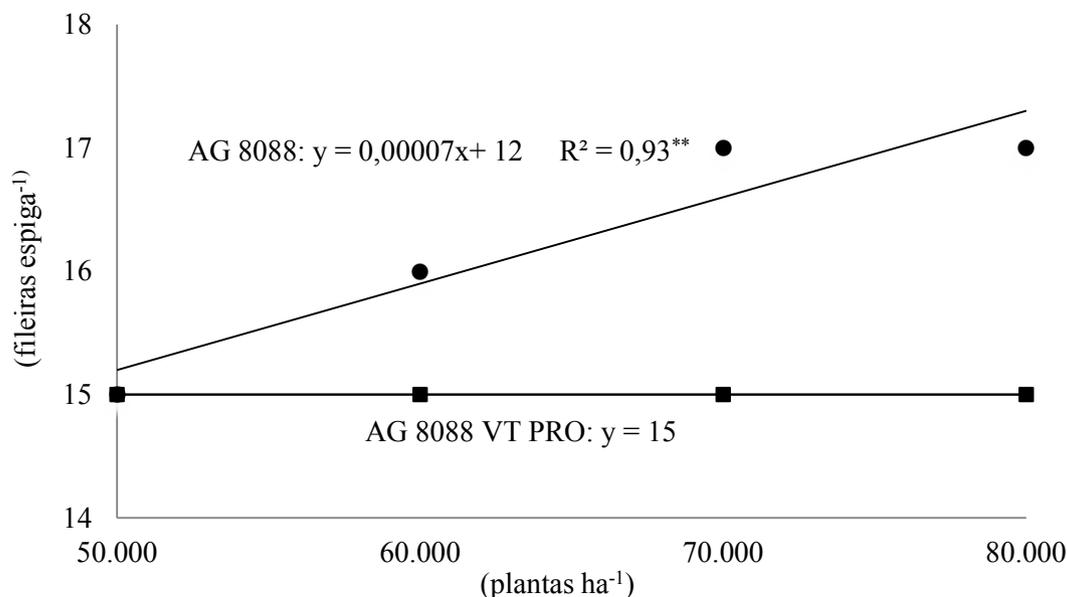
pesquisa acima descritos, especificamente para o híbrido convencional.

Quanto à massa de 100 grãos, o híbrido transgênico sobressaiu-se ao convencional (Tabela 4). Os menores números de fileiras e de grãos por espiga possivelmente contribuíram para o resultado superior. Demétrio et al. (2008) também obtiveram diferenças entre os híbridos testados, bem como para as densidades, em que as populações de 50.000 a 70.000 plantas ha<sup>-1</sup> possibilitaram grãos mais pesados que os obtidos na população de 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

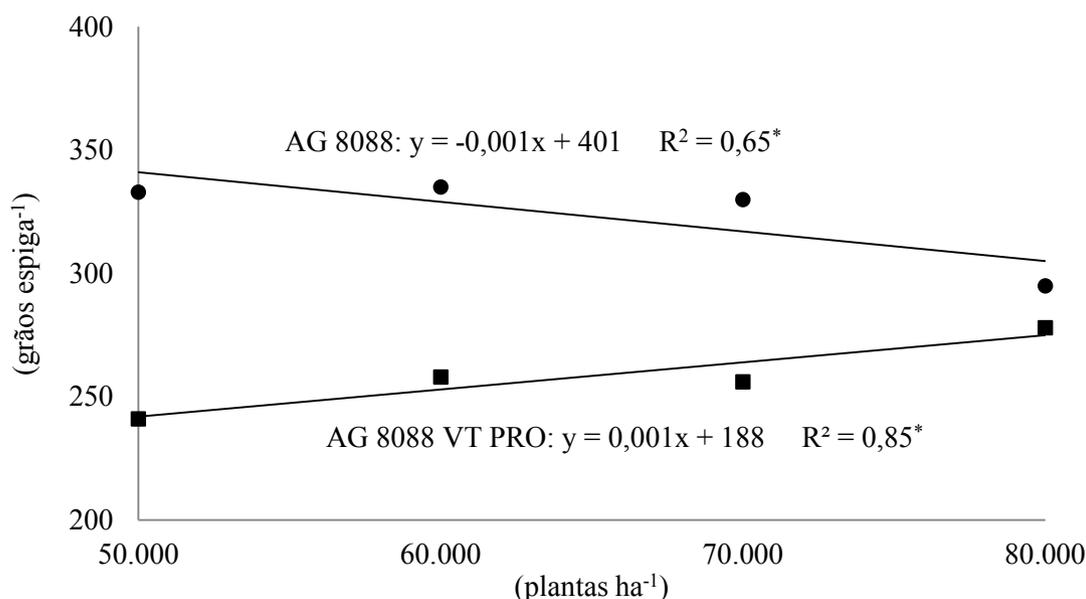
Na produtividade de grãos, também ocorreu efeito significativo para os tratamentos isolados e para a interação (Tabela 4). Na interação (Figura 3), ambos os híbridos obtiveram acréscimo de produtividade conforme o aumento na densidade populacional, não atingindo uma máxima produtividade de grãos, contrariando Sangoi (2000) e Argenta et al. (2001), que afirmaram que a produtividade tende a aumentar com a elevação da densidade populacional

até atingir a considerada ótima, a partir da qual decresce. No entanto, a densidade ótima depende do genótipo a ser cultivado, bem como da região, da época de cultivo, da disponibilidade de água e de nutrientes.

Os resultados obtidos do presente experimento se assemelham aos de Cruz et al. (2007), que, por sua vez, relataram aumento na produtividade utilizando densidade superior a 77.500 plantas ha<sup>-1</sup>. Demétrio et al. (2008), trabalhando com híbridos, espaçamento entre linhas e densidades populacionais, concluíram que o melhor arranjo espacial para híbridos de alta tecnologia foi resultado do emprego de 40 cm entre fileiras e de 75.000 a 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Farinelli et al. (2012) verificaram elevação na produtividade, obtendo maiores resultados com o emprego de 60.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Além disso, a produtividade de grãos apresentou dependência da densidade populacional e dos cultivares, em que a variedade BR 473 não obteve resposta ao aumento da população de plantas e,



**FIGURA 1.** Número de fileiras por espiga em função da interação significativa entre densidades populacionais e híbridos de milho. Barretos, SP, 2012.



**FIGURA 2.** Número de grãos por espiga em função da interação significativa entre densidades populacionais e híbridos de milho. Barretos, SP, 2012.

**TABELA 4.** Massa de 100 grãos e produtividade de grãos, em função da densidade populacional e dos híbridos de milho. Barretos, SP, 2012.

Tratamentos <sup>1</sup>	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Densidades populacionais (plantas ha <sup>-1</sup> )		
50.000	22,9	3.433 <sup>2</sup>
60.000	23,1	3.887
70.000	23,3	4.412
80.000	23,6	5.022
Teste F	1,94 <sup>ns</sup>	10,43 <sup>**</sup>
Híbridos (H)		
8088	22,2 B	3.534 B
8088 VT PRO	24,3 A	4.842 A
Teste F	10,24 <sup>**</sup>	38,05 <sup>**</sup>
D x H		
Teste F	1,39 <sup>ns</sup>	5,90 <sup>**</sup>
Média	23,2	4.188
CV (%)	8,10	14,32

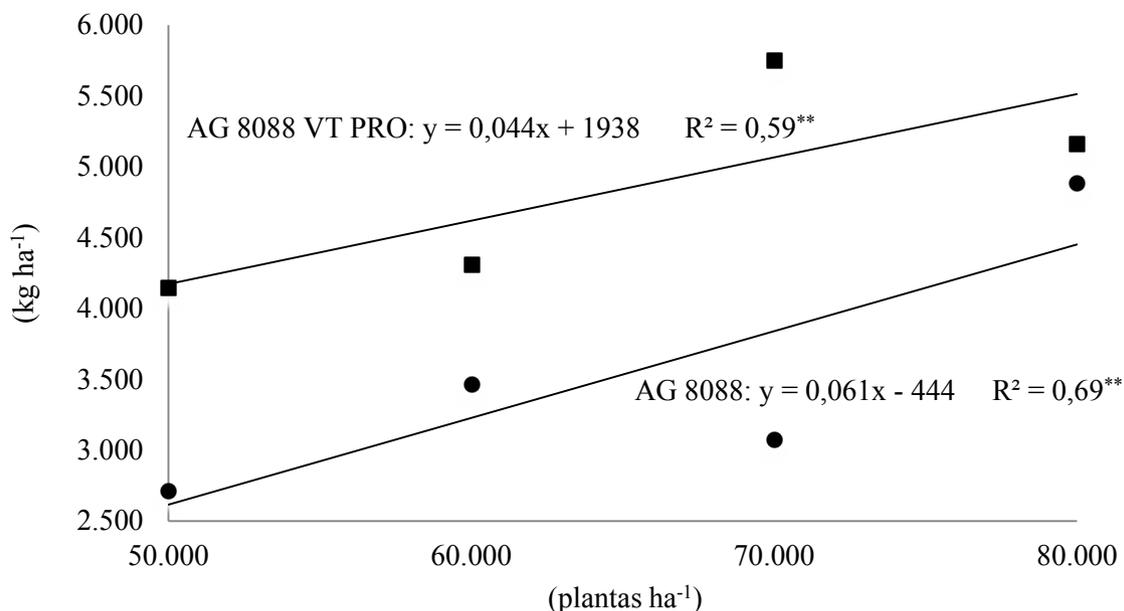
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>significativo a 1%. <sup>ns</sup>não significativo. <sup>3</sup>y = 0,052x + 747 e R<sup>2</sup> = 0,99<sup>\*\*</sup>

ainda, apresentou valores inferiores em comparação ao híbrido de alta tecnologia AG 9010.

É importante salientar que o híbrido AG 8088 VT PRO apresentou, para todas as densidades avaliadas, as maiores produtividades de grãos (Figura 3), sendo que a característica de resistência às lagartas contribuiu para esses valores, ou seja, menos danos, especificamente da lagarta-do-cartucho, o que influenciou positivamente na área foliar e na massa de grãos, determinando, por sua vez, melhoria dos fatores produtivos. Essa superioridade para híbrido de milho Bt foi em média de 27% em comparação ao híbrido convencional. A tecnologia YieldGard® VT PRO tem potencial para um incremento de 4% de produtividade em relação às tecnologias de primeira geração (YieldGard®), que têm proporcionado aumento de produtividade da ordem de 7% em comparação ao milho convencional. De acordo com informações do setor, a tecnologia do milho Bt faz com que os produtores rurais tenham aumento de 5%

na produtividade e economizem 50% em inseticidas (Sementes Agrocere, 2012).

Também é importante relatar que as produtividades obtidas no experimento foram muito abaixo do potencial dos híbridos, que, em condições de sequeiro, na safra primavera-verão, em área de média a alta fertilidade e para a região de estudo é de 8 a 11 t ha<sup>-1</sup> (Cruz et al., 2012; Programa Milho & Sorgo, 2014). Esses valores foram em decorrência da época de semeadura tardia para a cultura do milho, em que o rendimento é menor, pois a cultura se desenvolve em meses cuja precipitação, temperatura e radiação solar tendem a diminuir e, conseqüentemente, há menor acúmulo de energia para a planta. E isso foi comprovado pelas condições de deficiência hídrica nos meses de fevereiro e março de 2012, com a ocorrência de veranicos, tendo obtido apenas 11 e oito dias com precipitação pluviométrica. Tal fato foi observado principalmente no estágio fenológico dos florescimentos masculino e feminino, como também na formação da espiga, em que o acúmulo foi de 30 mm



**FIGURA 3.** Produtividade de grãos em função da interação significativa entre densidades populacionais e híbridos de milho. Barretos-SP, 2012.

e 25 mm, respectivamente, o que certamente comprometeu a polinização-fecundação e os componentes da produção (números de fileiras e de grãos por espiga) que, por sua vez, influenciaram no rendimento final da cultura do milho.

Mesmo diante dessas informações, a época de semeadura estabelecida de dezembro a janeiro é favorável e está inserida no zoneamento agrícola de risco climático para a região de Barretos, no Norte do estado de São Paulo (Agritempo, 2014). E, apesar dos híbridos não expressarem o potencial produtivo, na média, o híbrido transgênico obteve 1.308 kg ha<sup>-1</sup> a mais de grãos (aproximadamente 22 sacas ha<sup>-1</sup>). Considerando o valor da saca de R\$ 27,00 no período da colheita do experimento (30/05/2012), essa produção de 22 sacas ha<sup>-1</sup> resultou em uma lucratividade de R\$ 594,00 ha<sup>-1</sup>, o que custeia o preço da saca de sementes do híbrido transgênico, que varia de R\$ 430,00 a R\$ 470,00. Dessa forma, os acréscimos em produtividade e em superioridade do híbrido de milho Bt são viáveis agronomicamente e economicamente.

### Conclusões

Com o aumento na densidade populacional, houve acréscimo de produtividade de grãos para ambos os híbridos, sendo que o AG 8088 VT PRO sobressaiu-se em relação ao AG 8088, com melhores produtividades.

As produtividades obtidas foram baixas em virtude da redução da precipitação pluviométrica durante o desenvolvimento reprodutivo dos híbridos.

### Referências

AGRITEMPO. **Zoneamento**. Disponível em: <[http://www.agritempo.gov.br/zoneamento/tabelas/SP/BARRETOS\\_G.HTML](http://www.agritempo.gov.br/zoneamento/tabelas/SP/BARRETOS_G.HTML)>. Acesso em: 21

jul. 2014.

- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agrônomicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006.
- ARGENTA, G. S.; 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.
- BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, R. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, J. S. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. **Milho - cultivares para 2011/2012**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em: 01 mar. 2012.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. **Milho - cultivares para 2012/2013**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- 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, DF, v. 43, n. 12, p. 1691-

- 1697, 2008.
- DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VEIRA, 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, n. 3, p. 63-77, 2003.
- ELINGS, A. Estimation of leaf area in tropical maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 436-444, 2000.
- FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agrônômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 21-27, 2012.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.
- PARTENIANI, E. Uma percepção crítica sobre técnicas de manipulação genética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 77-84, 2002.
- PROGRAMA MILHO & SORGO. **Avaliação de cultivares de milho**. Disponível em: <<http://www.zeamays.com.br>>. Acesso em: 21 jul. 2014.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendacoes de adubacao e calagem para o estado de Sao Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronomico, 1996. 285p. (IAC. Boletim Tecnico, 100).
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: na important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2000.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANS, L. M. A.; GUIMARAES, D. P. Zoneamento agrícola. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/zoneamento.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/zoneamento.htm)>. Acesso em: 01 mar. 2012.
- SEMENTES AGROCERES. **Biotecnologia**. Disponível em: <<http://www.sementesagrocere.com.br>>. Acesso em: 26 de novembro 2012.
- SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 63 p.
- VIEIRA JUNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; BERNARDES, M. S.; FANCELLI, A. L.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N. Metodologia para estimativa de área foliar de genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 182-191, 2006.
- ZANCANARO, P. O.; BUCHWEITZ, E. D.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; MORO, J. R. Avaliação de tecnologias de refúgio no cultivo de milho transgênico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 7, p. 886-891, 2012.