

DENSIDADE DE PLANTAS E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB ESPAÇAMENTO REDUZIDO ENTRE LINHAS¹

Robélio Leandro Marchão², Edward Madureira Brasil², João Batista Duarte²,
Cleber Moraes Guimarães³ e Jerônimo Araújo Gomes⁴

ABSTRACT

PLANT DENSITY AND AGRONOMIC TRAITS OF MAIZE HYBRIDS IN NARROW ROW SPACING

The objective of this study was to evaluate the behavior of maize hybrids cultivated under different population densities in narrow row spacing (0.45 m). Two field experiments were installed to evaluate six commercial hybrids (A 2555, A 2288, AG 9010, AG 6690, P 30F88 and Valent) grown in five plant densities (40,000; 53,000; 71,000; 84,000; and 97,000 plants per hectare), in Goiânia and Jataí, Goiás State, during the growing season of 2002/2003. The experimental design was a randomized complete blocks, arranged in a 6x5 factorial design with four replicates. In the Goiânia experiment, the treatments were carried out using a split plot design. In the experiment of Goiânia, the treatments were carried out using a split plot design. The means of ear insertion, plant height, stalk lodging, ear length, ear diameter, corncob diameter, kernels per ear, weight of 100 kernels and grain yield was significantly influenced by plant density in both experiments. Grain yield was increased for plant densities higher than 70,000 plants per hectare, indicating that the use of narrow row spacing associated to the presence of shorter plant stature hybrids, favors enhancements in plant density. The grain yield was significantly affected by the interaction between hybrid and plant density in both fields. This indicates that, depending of the hybrid, the reduction of row spacing to 0.45 m is a managing practice that allows an increment in the sowing density.

KEY WORDS: *Zea mays*, cultivar, plant arrangement, agronomic trait, grain yield.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de híbridos de milho (A 2555, A 2288, AG 9010, AG 6690, P 30F88 e Valent), cultivados em diferentes densidades populacionais (40 mil, 53 mil, 71 mil, 84 mil e 97 mil plantas por hectare) e sob espaçamento reduzido (0,45 m). Foram instalados dois experimentos, em Goiânia e Jataí, Estado de Goiás, na safra de verão 2002/2003. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 6x5, com quatro repetições. No experimento de Goiânia, os híbridos foram alocados em parcelas e as densidades em subparcelas. Os valores médios de altura de inserção da espiga, altura da planta, acamamento, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira, massa de cem grãos e produtividade sofreram influência significativa da densidade de plantas, nos dois experimentos, sendo que a maior produtividade foi alcançada em densidades maiores do que 70 mil plantas. Logo, a redução do espaçamento entre linhas, associada à utilização de cultivares de milho de menor porte, pode ser acompanhada de incrementos na densidade de plantas. O rendimento de grãos foi afetado pela interação entre híbridos e densidades de plantas, nos dois experimentos, demonstrando influência diferencial das densidades populacionais nos híbridos avaliados. Isso permite concluir que, dependendo do híbrido, é possível aumentar o rendimento de grãos com o incremento da densidade de plantas, sob espaçamento reduzido (0,45 m).

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, cultivares, arranjo de plantas, características agronômicas, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

O manejo da densidade de plantas é uma das práticas culturais mais importantes para determinar o rendimento de grãos no milho, pois o estande afeta a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influencia na produção e partição de fotoassimilados (Almeida & Sangoi 1996). Por

outro lado, resultados pouco promissores em relação ao aumento da população de plantas têm sido obtidos, caracterizando-se por baixos níveis de rendimento; quando outros fatores de produção foram limitantes, destacando-se entre eles o suprimento de nutrientes (Sangoi 1990), a temperatura e a disponibilidade hídrica (Mundstock 1978, Silva *et al.* 1999).

1. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás.

Trabalho recebido em dez./2004 e aceito para publicação em jul./2005 (registro nº 610).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO. E-mail: robelio@cnpaf.embrapa.br; ebrasil@agro.ufg.br; jbduarte@agro.ufg.br

3. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: cleber@cnpaf.embrapa.br

4. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, UFG, Campus de Jataí. CEP 75.800-000, Jataí, GO. *In memoriam*

Historicamente, a cultura do milho está entre as que apresentaram maiores incrementos no rendimento de grãos, em consequência do melhoramento genético e da adoção de práticas agrônomicas mais adequadas. Entretanto, não se verificou aumento significativo na eficiência de acumulação de matéria seca nos seus grãos (Sinclair 1998), pois a pequena alteração do índice de colheita indica que o ganho genético se deveu, sobretudo, ao aumento da acumulação de matéria seca pela comunidade de plantas (Tollenaar & Wu 1999, Sinclair 1998). Isso só foi possível porque as plantas se tornaram mais tolerantes a altas densidades, sem diminuir drasticamente a emissão e a manutenção das espigas (Tollenaar & Wu 1999).

O rendimento de grãos pode ser incrementado maximizando-se a eficiência fotossintética da comunidade, principalmente pela melhoria da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, pela conversão mais eficiente da radiação interceptada em matéria seca e pela partição de fotoassimilados nos órgãos reprodutivos. No milho, a melhoria da interceptação da radiação solar através da adoção de um adequado arranjo de plantas constitui-se numa das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos.

Diversos trabalhos têm sido realizados para determinar a densidade ótima de plantas, utilizando-se híbridos de milho com elevado potencial produtivo (Mundstock 1977a, Flesch & Vieira 1999, Silva *et al.* 1999, Almeida *et al.* 2000). Nesses trabalhos, os máximos rendimentos sempre foram conseguidos com densidades superiores a oito plantas por metro quadrado, evidenciando que a recomendação de uma densidade de até 60 mil plantas por hectare pode ser ampliada, dependendo das condições ambientais e do nível de tecnologia empregado, associado ao uso de híbridos com características modernas (porte baixo/médio, folhas eretas) e tolerantes ao acamamento (Almeida *et al.* 2000).

Merotto Júnior *et al.* (1997a), avaliando a resposta do aumento da população de plantas em diferentes densidades e espaçamentos entre linhas (0,75 m e 1,00 m), concluíram que o espaçamento não afetou o rendimento de grãos, bem como os componentes de rendimento, e que a variação de 3,7 para 8,1 plantas por metro quadrado aumentou linearmente o rendimento de 7,5 Mg ha⁻¹ para 10,0 Mg ha⁻¹. Segundo os autores, esse incremento foi consequência do maior número de espigas por área, que compensou a redução no peso do grão e no número de espigas por planta. Ademais, o uso de

altas populações demonstrou-se viável para aumentar o rendimento de grãos do milho.

Argenta *et al.* (2001) analisaram dois híbridos de milho semeados em quatro espaçamentos entre linhas (0,4 m, 0,6 m, 0,8 m, e 1,0 m) e duas populações (cinco e seis plantas por metro quadrado). Concluíram que o rendimento de grãos é influenciado pela redução do espaçamento entre linhas e pela densidade de plantas. Esse incremento é decorrente de uma melhor distribuição de plantas na linha, sendo verificado principalmente em híbridos de ciclo super precoce.

Os atuais híbridos de milho, cada vez mais produtivos, demandam por práticas de manejo mais adequadas para otimizar o seu potencial produtivo. O espaçamento tradicionalmente utilizado de 0,8 m entre fileiras, com densidades de semeadura de até 50 mil plantas por hectare, não se adequam ao novo tipo de planta característico dos híbridos modernos. Outro aspecto a ser considerado nos arranjos tradicionais de plantas refere-se à alta ocorrência de plantas daninhas favorecidas pela distância das entrelinhas, que competem com a cultura por água, luz e nutrientes. A prática tem demonstrado que a alta competição com as plantas invasoras demanda à utilização de herbicidas, que, em alguns casos, têm baixa eficiência e podem ser fitotóxicos para o milho. Isso tem induzido os produtores à utilização de menores espaçamentos e maiores densidades de semeadura.

Os estudos conduzidos para identificar o arranjo ideal de plantas sempre objetivam determinar o número de plantas que é capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo (Mundstock 1977b, Almeida & Sangoi 1996). A introdução de híbridos com alto potencial produtivo, o incremento na utilização de fertilizantes, o desenvolvimento de novos herbicidas, a adoção do sistema de plantio direto, além de outros fatores, tem permitido a utilização de lavouras mais adensadas, que tem como principal objetivo potencializar o rendimento de grãos.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de híbridos comerciais de milho, cultivados sob diferentes densidades populacionais em espaçamento reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em condições de campo, o primeiro no município de Goiânia e o segundo em Jataí, Goiás, na safra de verão 2002/2003. O experimento de Goiânia foi instalado

na área experimental da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás (latitude 16° 35' S, longitude 49° 21' W, altitude 727 m), em Latossolo vermelho distrófico, de textura média, em relevo suave ondulado, sob sistema de plantio convencional. Adotou-se uma aração com grade pesada e um nivelamento com duas gradagens leves. Em Jataí, o experimento foi instalado em área de lavoura comercial, na Fazenda Calhandra (latitude 17° 46' S, longitude 51° 40' W, altitude 950 m). Este, em Latossolo vermelho-amarelo, de textura argilosa, relevo plano, em sistema de plantio direto sob palhada de aveia.

Foram avaliados seis híbridos comerciais, em cinco populações de plantas, cultivados em espaçamento de 0,45 m entre linhas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com os tratamentos em arranjo fatorial 6x5, e quatro repetições. No experimento de Goiânia, os híbridos foram alocados a parcelas e as densidades a sub-parcelas (delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas). As densidades de semeadura planejadas foram 40 mil, 55 mil, 70 mil, 85 mil e 100 mil plantas por hectare, mas, devido ao ajuste pelo tamanho das parcelas, os valores observados foram 40.000, 53.333, 71.111, 84.444 e 97.777 plantas por hectare. Os híbridos utilizados nos experimentos foram: A 2555, A 2288, AG 9010, AG 6690, P 30F88 e Valent⁵, cujas características agrônômicas estão descritas na Tabela 1.

A semeadura ocorreu nos dias 3 e 21 de novembro de 2002, em Jataí e Goiânia, respectivamente. A adubação no plantio foi feita conforme a

análise química do solo, considerando-se uma expectativa de rendimento de grãos em torno de 6,0 Mg ha⁻¹, de acordo com a CFS-GO (1988). Nos dois experimentos, a semeadura foi feita manualmente em sulcos preparados e adubados a 5,0 cm de profundidade, utilizando-se uma semeadora de arraste em que as rodas compactadoras foram retiradas para que os sulcos de semeadura permanecessem abertos. O desbaste foi efetuado aos vinte dias após a emergência (20 DAE) das plântulas.

O controle de plantas daninhas e insetos praga foram feitos em duas etapas, sendo a primeira aplicação em pós-emergência inicial (15 DAE) e a segunda aos 30 DAE. Foram utilizados os inseticidas triflumuron (48%) e lambdacyhalothrin (50 g.L⁻¹), e o herbicida atrazine (500 g.L⁻¹), nas duas aplicações nos dois locais. No experimento de Jataí foi feita ainda uma dessecação em pré-emergência, com glyphosate.

A unidade experimental dos dois experimentos constituiu-se de seis linhas de 5,0 m, sendo considerada como área útil da parcela as quatro linhas centrais, desprezando-se as bordaduras. Dentro da área útil de cada unidade experimental foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas, nas quais se tomaram dados de altura da planta (AP) e altura de inserção da primeira espiga (AE). Nesta área também foram quantificados o estande final (EF), as porcentagens de acamamento (AC) e de quebramento (QB). Após a colheita, foram retiradas aleatoriamente cinco espigas de cada unidade experimental para a tomada dos dados de comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), diâmetro do sabugo (DS), número de fileiras da espiga (NFG) e número de grãos por

Tabela 1. Características agrônômicas dos híbridos de milho avaliados em diferentes densidades populacionais, em espaçamento reduzido, em Goiânia e Jataí, Goiás (2003).

Cultivar	Empresa	Tipo ¹	Ciclo	Época de plantio ²	Cor do grão	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)	Densidade (10 ³ plantas ha ⁻¹)
A 2555	Bayer seeds	HS	semi-precoce	V/S	avermelhado	2,16	1,17	55
A 2288	Bayer seeds	HS	precoce	V/S	alaranjado	2,14	1,04	60
AG 9010	Monsanto	HS	semi-precoce	V/S	alaranjado	2,00	1,00	60-70
AG 6690	Monsanto	HT	precoce	V	alaranjado	2,40	1,20	45-50
P 30F88	Pioneer	HS	semi-precoce	V	alaranjado	*	*	60-80
Valent	Syngenta	HT	precoce	V	alaranjado	2,43	1,21	55

¹- HS - híbrido simples, HT - híbrido triplo; ²- V - verão, S - safrinha; * - sem informação.

⁵- Nomes de produtos comerciais são incluídos para simples informação, não caracterizando recomendação ou preferência dos autores.

fileira da espiga (NGF). Após a debulha das espigas, foram retiradas amostras para as determinações da massa de 100 grãos (M100G) e umidade residual. Finalmente foram somados os pesos das amostras para a determinação do rendimento de grãos por parcela (R), em Mg ha⁻¹, corrigido para 13% em base úmida.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste F ($\alpha = 0,05$). Nos dois experimentos, as médias dos dados correspondentes ao fator densidade de plantas foram submetidas à análise de regressão pelo método dos quadrados mínimos ponderados, conforme Cruz & Regazzi (1994). Os modelos explicativos de cada característica, tomados em função da densidade de plantas, foram apresentados quando o ajuste da regressão foi significativo.

Com o objetivo de ajustar os valores das densidades finais observadas, em relação às densidades iniciais projetadas, adotou-se um índice de variação máximo para cada densidade de 8%. De acordo com essa variação, as observações (parcelas ou subparcelas) foram descartadas ou reclassificadas para um grupo adjacente, o que provocou um desbalanço no número de repetições para cada densidade observada. No experimento de Jataí, após este ajuste houve um número reduzido de observações para algumas densidades. Assim, perdas em estande na maior densidade de plantas impos-

sibilitaram a sua inclusão na análise, limitando as densidades, neste experimento, até 84.444 plantas por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alturas de planta e de inserção da espiga variaram em função da densidade de semeadura nos dois experimentos (Tabela 2). Observou-se que a elevação da densidade de semeadura induziu um incremento linear na altura de inserção das espigas, nos dois locais (Figura 1); já a altura final das plantas apresentou uma tendência de comportamento quadrático (Figura 2). A interação significativa entre os híbridos e as densidades, para altura de plantas, em Jataí (Tabela 2), justifica os gráficos específicos de híbridos na Figura 2b. Contrariamente, a ausência dessa interação para altura de inserção da espiga, nos dois locais, e para altura de plantas, em Goiânia (Tabela 2), justifica os gráficos baseados nas médias de todos os híbridos (Figura 1 e Figura 2a).

Ao se observar o desdobramento dessa interação, para altura de plantas em Jataí (Figura 2b), nota-se que os híbridos A 2288 e P 30F88 apresentaram comportamentos quadráticos. Por outro lado, o AG 9010 e o Valent apresentaram resposta linear ao aumento da densidade de semeadura. Esse comportamento diferenciado mostra que os cultivares mais tolerantes à competição apresentam um patamar

Tabela 2. Resumo das análises de variância, em quadrados médios (QM), coeficiente de variação (CV) e médias para altura de inserção da espiga (AE), altura da planta (AP), acamamento (AC), quebramento (QB), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), diâmetro do sabugo (DS), número de fileiras de grãos (NFG) número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (M100G) e rendimento de grãos (R) em dois experimentos (Jataí e Goiânia, 2003)

Fontes de Variação ¹	AE (m)	AP (m)	AC (%)	QB (%)	CE (cm)	DE (cm)	DS (cm)	NFG	NGF	M100G (g)	R (Mg ha ⁻¹)
.....Goiânia.....											
H	**	**	*	*	**	**	**	**	**	**	**
D	*	*	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
HxD	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	*
CV(%)	7,24	4,68	106,66	191,12	4,58	2,68	2,82	4,86	6,09	8,35	9,43
Média	1,08	2,13	5,80	2,13	16,01	4,43	2,57	14,24	35,59	24,07	8,46
.....Jataí.....											
H	**	**	*	ns	**	**	**	**	**	**	**
D	**	*	*	ns	**	**	**	ns	**	**	**
HxD	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV(%)	5,24	3,10	175,86	129,63	5,76	2,96	3,27	5,52	6,74	8,11	8,67
Média	1,18	2,27	2,32	1,22	17,40	4,70	2,70	15,08	36,60	31,90	8,20

¹- H - Híbridos, D - Densidades, HxD - Interação híbridos x densidades.

* e ** - Valores significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e ns- valores não significativos a 5%, pelo teste F.

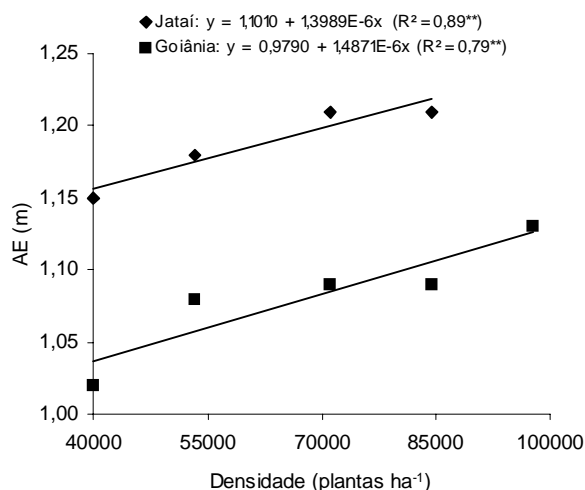


Figura 1. Altura média de inserção da primeira espiga (AE) em função da densidade de plantas, sob espaçamento reduzido (médias de seis híbridos), Jataí e Goiânia, GO (2003).

de estabilidade ou um decréscimo na altura de inserção da espiga bastante elevado, acima da maior densidade observada. Tais resultados corroboram diversos trabalhos (Merotto Junior *et al.* 1997a, Sangoi 2001, Sangoi *et al.* 2002), que relatam haver a ocorrência de dominância apical em condições de altas densidades populacionais. No entanto, esse maior crescimento representado pela maior altura de inserção das espigas, provavelmente devido à competição por luz, não é tão drástico em híbridos de menor porte e de folhas mais eretas.

O percentual de plantas acamadas aumentou com o incremento da densidade de plantas, nos dois experimentos. Ao observar a Figura 3, nota-se que

ocorreu um incremento significativo no número de plantas acamadas com o aumento da densidade de semeadura. Porém, deve-se considerar que os valores médios observados são relativamente baixos (2,32% e 5,8% para Jataí e Goiânia, respectivamente), sobretudo até a densidade de 85 mil plantas por hectare (Figura 3). Isso demonstra que, de fato, o acamamento não foi um fator limitante ao incremento na densidade de plantas até 85 mil plantas por hectare, nas condições em que se conduziu este trabalho (Merotto Júnior *et al.* 1997a, 1997b).

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), o percentual de plantas quebradas foi influenciado pela densidade de plantas apenas em Goiânia (Figura 4). Neste experimento, observou-se que o percentual de plantas quebradas foi um pouco superior ao observado em Jataí, indicando provavelmente uma maior incidência de ataque da broca do colmo (*Diatraea saccharalis*). Esta hipótese foi levantada considerando-se que a maioria das plantas quebradas apresentou sintomas de dano provocado por esse inseto praga, o que aumenta a susceptibilidade da planta ao quebramento. Paralelamente deve-se considerar que os valores de quebramento, assim como de acamamento, apresentam normalmente altos coeficientes de variação, sobretudo em experimentos com densidade de semeadura variável (176% e 107% para o acamamento, e 130% e 191%, para o quebramento, em Jataí e Goiânia, respectivamente).

A medida do número de plantas quebradas e, ou, acamadas é de fundamental importância em condições de elevada competição em uma

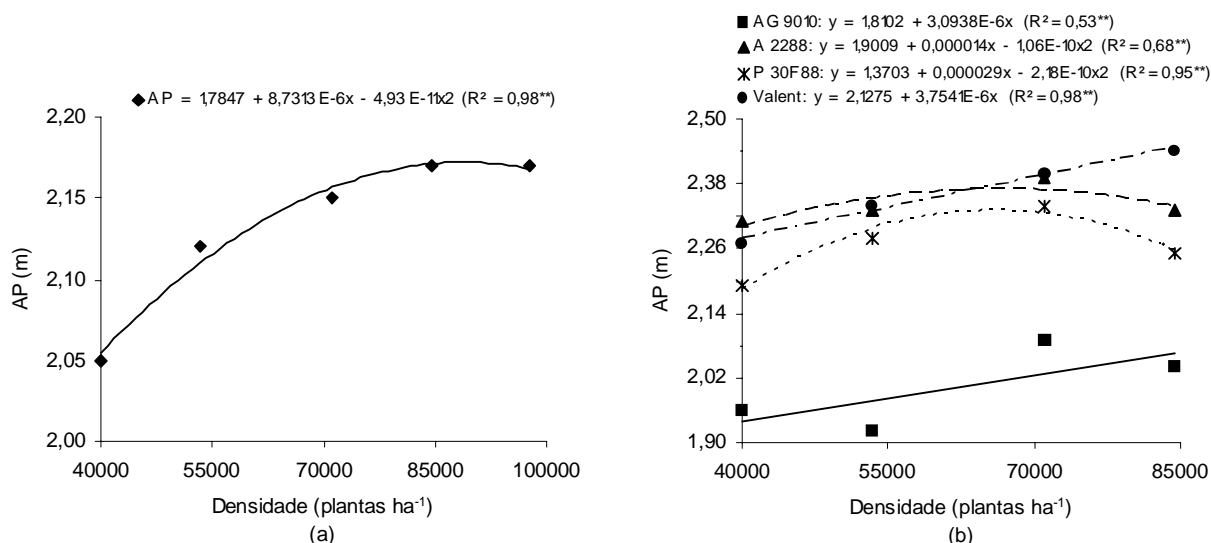


Figura 2. Altura média da planta (AP) em função da densidade de plantas, sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Goiânia (a), e médias dos híbridos (AG 9010, A 2288, P 30F88 e Valent), em Jataí (b), em Goiás (2003)

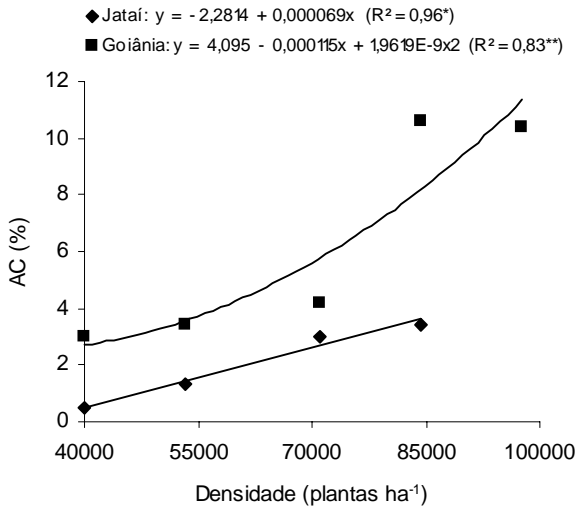


Figura 3. Porcentagem de acamamento (AC) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), Jataí e Goiânia, GO (2003)

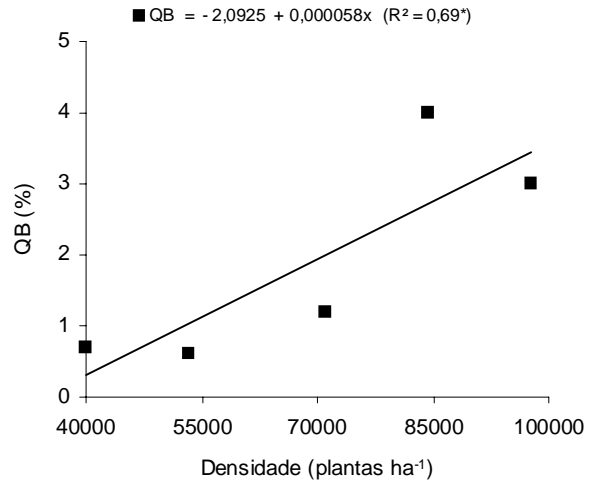


Figura 4. Porcentagem de quebramento (QB) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Goiânia, GO (2003)

comunidade de plantas. De acordo com Almeida *et al.* (2000), nessas condições, aumenta-se a possibilidade de ocorrência de acamamento e de quebra de plantas, assim como a incidência de podridões da espiga que têm como consequência um aumento do número de grãos ardidos. Esse tipo de grão compromete a qualidade das rações e, conseqüentemente, ocasiona prejuízos para os produtores.

Dentre os caracteres avaliados nas espigas, somente o número de fileiras de grãos não variou em função da densidade de plantas (Tabela 2). A explicação pode estar relacionada ao 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 panícula e da espiga, não havendo ainda uma influência significativa da competição por plantas no ambiente. Para os demais caracteres avaliados, comprimento e diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos, representados nas Figuras de 5 a 9, em geral, observou-se que houve uma redução dos seus valores médios com o incremento da densidade de plantas.

Sangoi (2001) relata que a competição das plantas pela radiação solar incidente, por nutrientes e água, determina a formação da espiga, sobretudo em

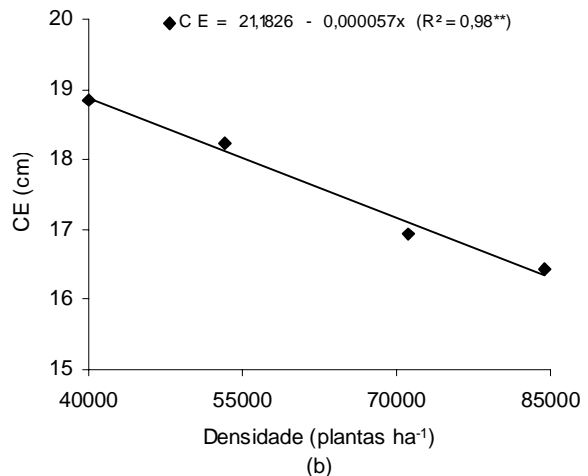
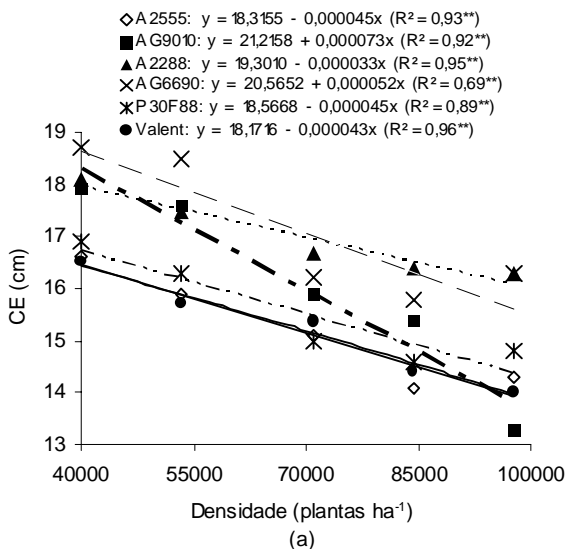


Figura 5. Comprimento médio da espiga (CE) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos híbridos, A 2555, AG 9010, A 2288, AG 6690, P 30F88 e Valent), em Goiânia (a), e média dos seis híbridos em Jataí (b), GO (2003)

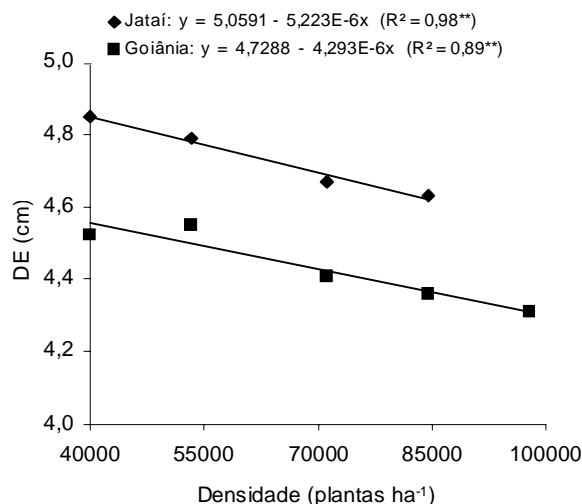


Figura 6. Diâmetro médio da espiga (DE) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Jataí e Goiânia, GO (2003)

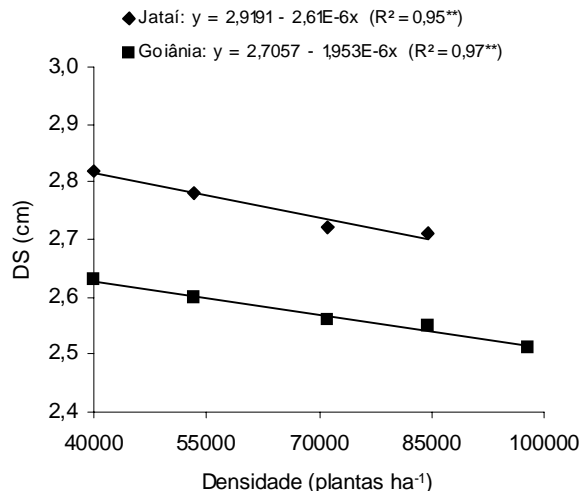


Figura 7. Diâmetro médio do sabugo (DS) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Jataí e Goiânia, GO (2003)

cultivo adensado, que pode implicar num déficit de suprimento de carbono e nitrogênio para as plantas. Conseqüentemente, pode haver um incremento da esterilidade das plantas e um decréscimo do número de grãos por espiga e, também, da massa dos grãos. Isso, provocado pela redução no desenvolvimento dos grãos, notadamente na parte superior da espiga, que, muitas vezes, não se desenvolve, ainda que tenha havido fertilização regular dos óvulos. Observou-se, também, que a densidade de plantas parece exercer maior influência sobre o comprimento e, conseqüentemente, sobre o número de grãos por fileira na espiga,

em detrimento dos outros caracteres avaliados (Figuras 5 a 8). Esses caracteres refletem a capacidade de enchimento de todos os grãos que foram diferenciados nos primeiros estágios de desenvolvimento.

Por último, o rendimento de grãos foi significativamente influenciado pela densidade de plantas, nos dois experimentos, e também pela interação entre híbridos e densidades (Tabela 2 e Figura 10). A maior parte dos híbridos testados sofreu incremento de produtividade com a utilização de densidades de plantas superiores a 50 mil plantas por hectare. Isso é um indicativo de que, dependendo do híbrido utilizado, o uso de espaçamento reduzido entre linhas (0,45 m) é uma prática de manejo que permite

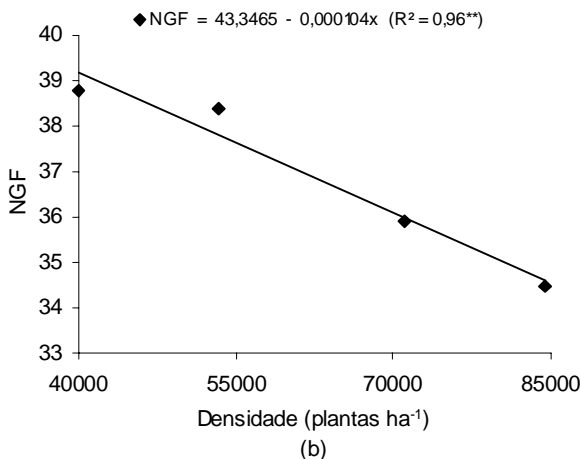
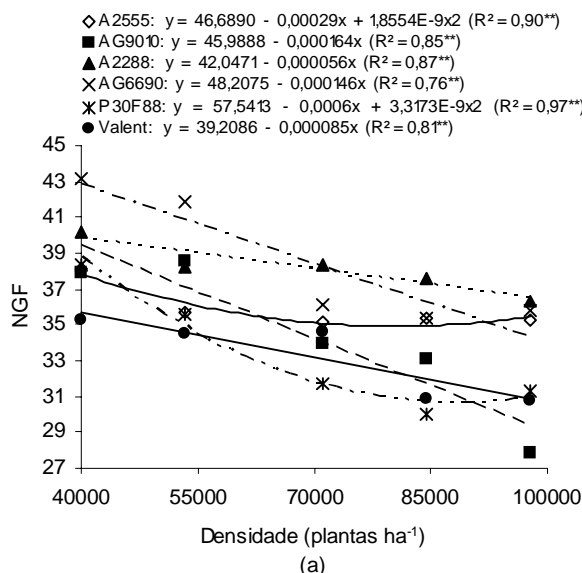


Figura 8. Número de grãos por fileira (NGF) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Goiânia (a) e Jataí (b), GO (2003)

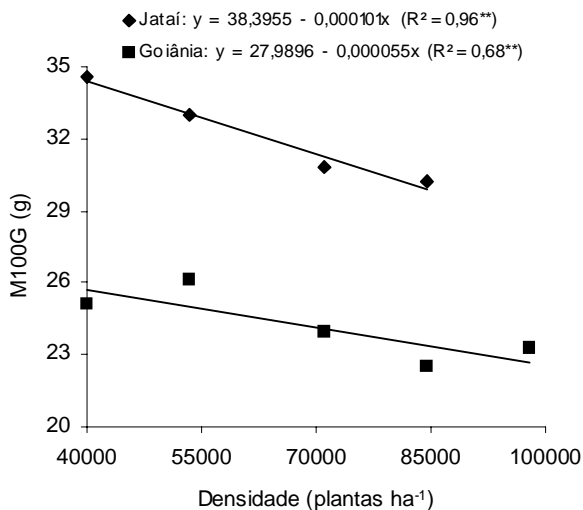


Figura 9. Massa média de cem grãos (M100G) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Jataí e Goiânia, GO (2003)

aumento de produtividade via incremento na densidade de semeadura. Ademais, os híbridos responderam diferentemente ao aumento na densidade, sob este espaçamento (Figura 10).

Tanto em Goiânia quanto em Jataí, a maioria dos híbridos avaliados alcançaram maiores produtividades com densidades acima de 70 mil plantas por hectare, com exceção do A 2288 e do AG 6690, ambos em Jataí. Isso demonstra que em ambientes favoráveis, representados por lavouras tecnificadas que atualmente utilizam populações entre 50 mil e 70 mil plantas por hectare, o ambiente e o potencial dos

genótipos atuais de milho podem estar sendo sub-utilizados. Esse fato leva a acreditar, ainda, que a utilização de cultivares de milho de baixo porte, associada à utilização de espaçamento entre linhas reduzido, deve ser acompanhada de incrementos na densidade de plantas, especialmente em lavouras de alto nível de manejo e em regiões com características climáticas favoráveis.

CONCLUSÕES

- Os valores médios de altura de inserção da espiga, altura de planta, acamamento, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, número de grãos por fileira, massa de cem grãos e produtividade sofrem influência significativa da densidade de plantas, em cultivos adensados.
- O rendimento de grãos é significativamente influenciado pela densidade de plantas, sendo que as maiores produtividades dos híbridos avaliados são alcançadas com densidades acima de 70 mil plantas por hectare. Assim, dependendo do híbrido, o uso de espaçamento reduzido entre linhas (0,45 m) é uma prática que garante aumentos de produtividade via incremento na densidade de plantas.

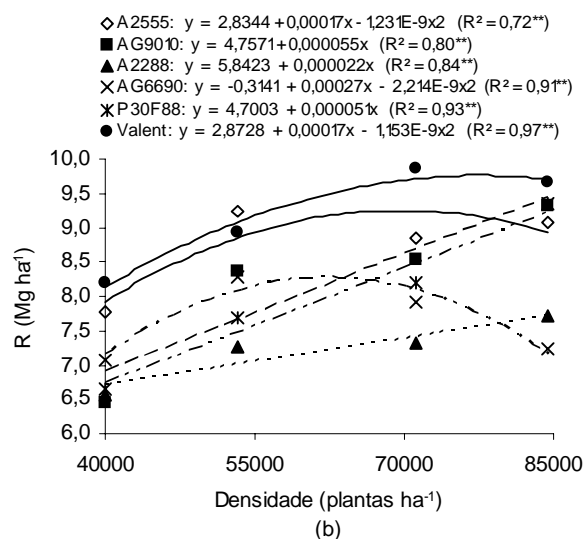
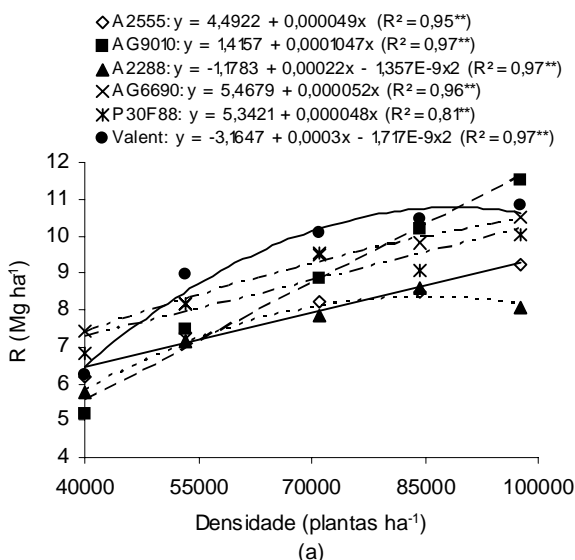


Figura 10. Rendimento médio de grãos (R) em função da densidade de plantas sob espaçamento reduzido (médias dos seis híbridos), em Goiânia (a) e Jataí (b), GO (2003)

AGRADECIMENTO

Este trabalho é dedicado ao Professor Jerônimo Araújo Gomes (*In memoriam*), da Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, pela sua imensa contribuição em todas as etapas desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. L. de., A. Merotto Junior, L. Sangoi, M. Ender & A. F. Guidolin. 2000. 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*, 30 (1): 23-29.
- Almeida, M. L. de. & L. Sangoi. 1996. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 2 (2): 179-183.
- Argenta, G., P. R. F. da Silva, C. G. Bortolini, E. L. Forsthofer, E. A. Manjabosco & V. Beheregaray Neto. 2001. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (1): 71-78.
- CFS-GO. Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás. 1988. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação. Goiânia: Universidade Federal de Goiás / Emgopa, 101p. (Informativo Técnico 1).
- Cruz, C. D. & A. J. Regazzi. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. UFV, Viçosa. 390p.
- Flesch, R. D. & L. C. Vieira. 1999. Espaçamento e população de plantas na cultura do milho. *Agropecuária Catarinense*, 12 (2): 28-31.
- Merotto Júnior, A., M. L. de Almeida & O. Fuchs. 1997a. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural*, 27 (4): 549-554.
- Merotto Júnior, A., A. F. Guidolin & M. L. Almeida. 1997b. Aumento da população de plantas e uso de herbicida no controle de plantas daninhas em milho. *Planta Daninha*, 15 (2): 141-151.
- Mundstock, C. M. 1977a. Milho: distribuição da distância entre linhas. *Lavoura Arrozeira*, 30 (299): 28-29.
- Mundstock, C. M. 1977b. Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre. 76p.
- Mundstock, C. M. 1978. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas em milho (*Zea mays*) de tipo precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 13 (1): 13-18.
- Sangoi, L. 1990. Arranjo de plantas e características agrônomicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25 (7): 945-953.
- Sangoi, L. 2001. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, 31 (1): 159-168.
- Sangoi, L., M.A. Gracietti, C. Rampazzo, & P. Bianchetti. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. *Field Crops Research*, 79 (1): 39-51.
- Silva, P. R. F. da., G. Argenta & F. Rezzera. 1999. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34 (4): 585-592.
- Sinclair, T. R. 1998. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Science*, 38 (3): 638-643.
- Tollenaar, M. & J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science*, 39 (6): 1597-1604.