

Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes

Marcelo de Andrade Vieira^{1*}, Mariana Krusquevis Camargo², Edelclaiton Daros¹, Jeferson Zagonel² e Henrique Soares Koehler¹

¹Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marcelo.a.vieira@gmail.com

RESUMO. O produtor de milho verde busca a profissionalização de sua produção, a fim de fornecer produtos de alta qualidade e em quantidade suficiente para suprir os mercados mais exigentes. Para se alcançar esse objetivo, devem ser adotadas técnicas de manejo que proporcionem altas produtividades sem que sejam afetadas negativamente as características comerciais. Com o objetivo de avaliar a aptidão de cultivares e o efeito da população de plantas na produção de milho verde, foi conduzido um experimento em Ponta Grossa, Estado do Paraná. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos principais as cultivares (Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551) e os secundários as populações de plantas (3,5; 5,0; 6,5; 8,0 e 9,5 plantas m⁻²). Foram caracterizados a forma da espiga, o comprimento da espiga empalhada, o comprimento de granação, o diâmetro da espiga despilhada, a massa fresca da espiga despilhada, a profundidade de grãos, a porcentagem de espigas comerciais e o número de espigas comerciais. Os resultados demonstraram que as cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 são aptas à produção de espigas verdes, suas maiores produtividades são esperadas nas populações de 38.983, 59.866 e 43.591 plantas ha⁻¹, e o aumento da população de 3,5 para 9,5 plantas m⁻² influencia negativamente todas as características da espiga que foram avaliadas, excetuando-se a forma. Entre as cultivares, a DKB 214 apresentou a maior porcentagem e o maior número de espigas comerciais ha⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays* L., densidade de semeadura, genótipo, milho verde.

ABSTRACT. **Maize cultivars and plant population affecting green ear yield.** The producers of green corn aim at the professionalization of their production, providing high-quality products and in sufficient quantity to supply the most demanding markets. To achieve this goal, management techniques must be adopted to provide high yields without negatively affecting commercial traits. Aiming at evaluate the aptitude of cultivars and plant population effect on green corn yield, an assay was carried out in Ponta Grossa, Paraná State. Randomized blocks in a split-plot scheme were adopted as the experimental design. Cultivars (Penta, 30P34, DKB 214 and SWB 551) were primary and plant populations (3.5, 5.0, 6.5, 8.0 and 9.5 plants m⁻²) were secondary treatments. Ear shape, length of unhusked ear, length of kernel set, diameter of husked ear, fresh weight of husked ear, kernel size, percentage of marketable husked ears, and number of marketable husked ears were characterized. The results demonstrated that 30P34, DKB 214, and SWB 551 are able to yield green ears and their higher yields are expected when grown in plant populations of 38,983, 59,866 and 43,591 plants ha⁻¹, respectively. Increasing plant population negatively influences all evaluated ear traits, except shape. DKB 214 cultivar had higher percentage and number of marketable husked ears.

Key words: *Zea mays* L., seedling density, genotype, green corn.

Introdução

Visando atender à demanda crescente, o produtor de milho verde deve buscar a profissionalização da sua produção, fornecendo produtos de alta qualidade e em quantidade suficiente para suprir os mercados mais exigentes. Para se alcançar esse objetivo, devem ser adotadas técnicas de manejo que proporcionem

altas produtividades, sem que sejam afetadas negativamente as características comerciais, destacando-se a escolha de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região e com boa aceitação nos mercados consumidores e a população de plantas necessária para atingir os padrões de comercialização de espigas e obter altas produtividades. As cultivares utilizadas produzem

espigas verde-claras, com grãos amarelados, sendo uma ótima opção na rotação com outras hortaliças (FILGUEIRA, 2000).

O ideótipo do milho verde para o consumo *in natura* deve apresentar características como espigas bem granadas (no mínimo 14 fileiras de grãos), um padrão de espigas grandes (mínimo de 22 cm quando empalhada e mínimo de 17 cm quando despalhada) e cilíndricas, sabugo claro e fino, pouca palha (no máximo 12 brácteas), grãos dentados amarelo-intensos ou alaranjados, saborosos e adocicados, profundos e macios, além de longevidade de colheita (cinco a oito dias) e livre de danos provocados principalmente pela lagarta da espiga [*Helicoverpa zea* (BODDIE)] (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)] (FORNASIERI FILHO et al., 1988; PEREIRA FILHO, 2003).

A profundidade de grãos, ou tamanho do grão, é uma característica importante na escolha da cultivar e das técnicas de manejo, sendo citada por autores como requisito básico para boa aceitação no mercado consumidor (FORNASIERI FILHO et al., 1988; PEREIRA FILHO, 2003). Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988), o número de grãos por fileira é fortemente influenciado pela competição interna por fotoassimilados. Andrade et al. (1993) afirmam que a população de plantas afeta a fração interceptada da radiação incidente e o número de grãos, e existe uma associação linear positiva entre estas variáveis. Populações de plantas abaixo da ótima produzem número de grãos significativamente menor por unidade de radiação interceptada durante o florescimento. Quando a cultura do milho desenvolve-se em populações de plantas acima da ótima, a quantidade de radiação interceptada durante o florescimento atinge valores semelhantes àqueles obtidos em população ótima, entretanto o número de grãos decresce. O aumento na população e plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar a interceptação da radiação solar, otimizar o seu uso e potencializar o rendimento de grãos (ARGENTA et al., 2001).

Características como número de espigas por planta (PEREIRA FILHO, 2003), tamanho da espiga (PEREIRA FILHO, 2003; SILVA et al., 2007), número de grãos por espiga (COX, 1996; PEREIRA FILHO, 2003), altura de inserção da espiga (PENARIOL et al., 2003), número de fileiras de grãos, peso de grãos (COX, 1996) e massa fresca de espigas comercializáveis (SILVA et al., 2003) são afetadas pela população de plantas.

Diversos autores relataram incrementos na produtividade de grãos, com o aumento na população de plantas (SILVA et al., 1999;

ECHARTE et al., 2000; FARNHAM, 2001; BRUNS; ABBAS, 2005); poucos trabalhos, entretanto, foram desenvolvidos levando-se em consideração a produção de espigas verdes. Silva et al. (2007) observaram rendimento máximo nas populações de 58.000 e 61.000 plantas ha⁻¹, para as cultivares AG 510 e Centralmex, respectivamente. Silva et al. (2003) observaram maior rendimento de espigas comercializáveis empalhadas e despalhadas quando em população de 30.000 plantas ha⁻¹.

Assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a aptidão de quatro cultivares de milho para a produção de milho verde e o efeito da população de plantas sobre características comerciais e produtivas de suas espigas no estágio de grão leitoso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda-Escola Capão-da-Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, Estado do Paraná, latitude 25° 5' 35,7"S e longitude 50° 3' 19"W, a 1.041 m de altitude. O clima da região, segundo o Sistema de Köppen, é classificado como Cfb ou temperado propriamente dito. O solo foi classificado como Cambissolo distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 1999) e sua análise química revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 4,9; H+Al = 6,69 cmol_c dm⁻³; Al = 0,2 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,0 cmol_c dm⁻³; Ca = 3,0 cmol_c dm⁻³; K = 0,36 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich-1) = 12,0 mg dm⁻³; C = 34 g dm⁻³; CTC = 12,05 cmol_c dm⁻³; V = 44,5%.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas para quatro tratamentos principais e cinco tratamentos secundários, com quatro repetições. O fator cultivar foi utilizado como tratamento principal (parcelas), enquanto o fator população foi utilizado como tratamento secundário (subparcelas). As parcelas possuíam 36,75 m de comprimento e 4,8 m de largura. Cada subparcela possuía 7,35 m de comprimento e contava com seis linhas de cultivo espaçadas de 0,8 m (4,8 m de largura), sendo sua área útil as quatro linhas centrais.

As cultivares utilizadas foram Penta (Syngenta Seeds – híbrido simples), 30P34 (Pioneer – híbrido triplo), DKB 214 (Dekalb – híbrido simples) e SWB 551 (Dow AgroSciences – híbrido simples). As populações de plantas avaliadas foram 3,5; 5,0; 6,5; 8,0 e 9,5 plantas m⁻² (35.000, 50.000, 65.000, 80.000 e 95.000 plantas ha⁻¹, respectivamente).

Anteriormente à instalação do experimento, a área encontrava-se em pousio, sendo feijão a cultura antecessora a este. Efetuou-se a dessecação da área 12 dias antes da semeadura, esta realizada no dia

9/11/2005 com uma semeadora/adubadora tratorizada regulada para população de 9,5 plantas m⁻²; a adubação de base foi 300 kg ha⁻¹ da fórmula (08-30-20). Quando as plantas encontravam-se no estágio V₂/V₃, efetuou-se o raleio das plantas objetivando atingir a população final desejada para cada tratamento. A adubação de cobertura foi realizada a lanço, em V₃, na dose de 150 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O controle de plantas daninhas e de pragas foi realizado quimicamente (atrazine – 2 L ha⁻¹; mesotriona – 0,13 L ha⁻¹; lufenuron – 0,30 L ha⁻¹), de acordo com a necessidade da cultura.

Como amostra, foram colhidas as espigas de 3 m lineares de duas linhas de cultivo da área útil de cada subparcela e retirou-se aleatoriamente uma subamostra de dez espigas para caracterização comercial.

Ao atingir o ponto de colheita, foram avaliadas nas subamostras as características de forma da espiga (cilíndrica ou curva), comprimento de espiga empalhada (cm), massa fresca de espiga despilhada (g), comprimento de granação (cm), diâmetro de espiga despilhada (cm), número de grãos por fileira, profundidade de grãos (cm), número de espigas comerciais despilhadas (espigas ha⁻¹) e porcentagem de espigas comerciais despilhadas.

Consideraram-se espigas comerciais aquelas que apresentaram comprimento de granação superior a 17 cm, livre de danos de insetos, ou, se danificadas, seu comprimento livre de dano fosse superior a 15 cm. Para mensurar massa, comprimento, diâmetro e profundidade de grãos, utilizaram-se, respectivamente, uma balança analítica, uma régua graduada em centímetros e um paquímetro.

Os dados referentes à forma da espiga não foram analisados estatisticamente. Os demais foram submetidos, pelo programa MINITAB 14, à análise de variância, e as diferenças entre as médias das cultivares, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5%. As tendências das respostas para o fator população de plantas foram obtidas por meio de análise de regressão; adotaram-se as equações que se apresentaram significativas no teste de F, a 5% de probabilidade, e possuíam os maiores coeficientes de determinação.

Resultados e discussão

Observou-se que as cultivares diferiam quanto à forma da espiga. As cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 apresentaram forma cilíndrica, enquanto a cultivar Penta apresentou espiga curva. Esse aspecto de curvatura da espiga pode trazer grandes restrições à comercialização, uma vez que o mercado exige

espigas cilíndricas. A forma da espiga não foi afetada pela população de plantas adotada (Tabela 1).

Tabela 1. Forma da espiga de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	curva	curva	curva	curva	curva
30P34	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica
DKB 214	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica
SWB 551	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica	cilíndrica

O teste F revelou diferença estatística entre cultivares (F = 54,02**), populações de plantas (F = 106,40**) e interação entre os fatores cultivares e população de plantas para o comprimento de espiga empalhada (F = 3,91**). De maneira geral, a cultivar DKB 214 apresentou espigas empalhadas mais compridas que as demais cultivares, sendo igualada pela SWB 551 nas populações com 3,5; 5,0 e 8,0 plantas m⁻². O aumento da população de 3,5 para 9,5 plantas m⁻² resultou em redução no comprimento de espiga empalhada: de 18,1% para a Penta; 21,7% para a 30P34, 7,5% para a DKB 214 e 17,8% para a SWB 551 (Tabela 3). A análise de regressão revelou redução linear para o comprimento de espiga empalhada em todas as cultivares avaliadas (Tabela 2).

Para o comprimento de granação, por meio da ANOVA, observou-se diferença estatística entre cultivares (F = 31,27**) e população de plantas (F = 151,55**), porém não houve interação entre os fatores (F = 1,88^{ns}). A cultivar DKB 214 apresentou o maior comprimento de granação (Tabela 4), e o aumento da população de plantas reduziu linearmente o comprimento de granação em todas as cultivares (Tabela 2), corroborando os resultados de Silva et al. (2007) para o comprimento de espigas despilhadas. Adotando-se o comprimento de granação mínimo de 17 cm, observa-se, pela equação de regressão (Tabela 2), que a população de plantas em que sua média atingiria este padrão seria de 4,9680; 6,0502; 7,8154 e 6,2784 plantas m⁻² para as cultivares Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551, respectivamente.

A ANOVA revelou diferença estatística entre as cultivares (F = 25,59**) e populações de plantas (F = 152,35**), para o diâmetro de espiga despilhada, como também interação entre estes fatores (F = 5,13**). O teste de Tukey revelou que a cultivar 30P34 apresentou o maior diâmetro de espigas despilhadas (Tabela 6). As cultivares Penta e 30P34, segundo a análise de regressão, apresentaram redução linear no diâmetro de espiga despilhada, com o aumento da população de plantas, enquanto as cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram redução quadrática.

Tabela 2. Resposta esperada em características comerciais de milho verde, em função da população de plantas, em quatro cultivares avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Características (\hat{Y})	Cultivar	Regressão	*p	r ²
Comprimento de espiga empalhada (cm)	Penta	$\hat{Y} = 33,39 - 97,49 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,831
	30P34	$\hat{Y} = 32,06 - 88,04 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,818
	DKB 214	$\hat{Y} = 33,20 - 42,11 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,545
	SWB 551	$\hat{Y} = 35,75 - 95,77 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,929
Comprimento de granação (cm)	Penta	$\hat{Y} = 20,03 - 609,90 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,855
	30P34	$\hat{Y} = 21,24 - 700,80 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,787
	DKB 214	$\hat{Y} = 23,69 - 856,00 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,873
	SWB 551	$\hat{Y} = 22,79 - 922,20 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,966
Diâmetro de espiga despalhada (cm)	Penta	$\hat{Y} = 5,19 - 7,21 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,811
	30P34	$\hat{Y} = 5,55 - 10,12 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,785
	DKB 214	$\hat{Y} = 5,58 - 19,83 \cdot 10^{-3}x + 0,09 \cdot 10^{-3}x^2$	0,048	0,865
	SWB 551	$\hat{Y} = 5,97 - 29,71 \cdot 10^{-3}x + 0,12 \cdot 10^{-3}x^2$	0,009	0,947
Massa fresca de espiga despalhada (g)	Penta	$\hat{Y} = 269,10 - 1,11x$	<0,001	0,872
	30P34	$\hat{Y} = 426,80 - 4,03x + 16,44 \cdot 10^{-3}x^2$	0,042	0,895
	DKB 214	$\hat{Y} = 454,70 - 4,59x + 21,77 \cdot 10^{-3}x^2$	0,01	0,876
	SWB 551	$\hat{Y} = 433,60 - 4,00x + 13,76 \cdot 10^{-3}x^2$	0,038	0,952
Número de grãos por fileira	Penta	$\hat{Y} = 41,66 - 93,97 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,642
	30P34	$\hat{Y} = 43,49 - 75,03 \cdot 10^{-3}x$	0,003	0,401
	DKB 214	$\hat{Y} = 49,79 - 145,50 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,781
	SWB 551	$\hat{Y} = 49,16 - 196,90 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,909
Profundidade de grãos (cm)	Penta	$\hat{Y} = 1,11 - 3,95 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,789
	30P34	$\hat{Y} = 1,07 - 3,74 \cdot 10^{-3}x$	<0,001	0,705
	DKB 214	$\hat{Y} = 1,23 - 9,92 \cdot 10^{-3}x + 0,05 \cdot 10^{-3}x^2$	0,013	0,870
	SWB 551	$\hat{Y} = 1,40 - 12,75 \cdot 10^{-3}x + 0,05 \cdot 10^{-3}x^2$	0,028	0,908
Espigas comerciais ha ⁻¹	Penta	$\hat{Y} = 62255 - 6598x$	<0,001	0,774
	30P34	$\hat{Y} = 58131 - 4912x$	<0,001	0,525
	DKB 214	$\hat{Y} = -21935 + 23336x - 1949x^2$	0,014	0,566
	SWB 551	$\hat{Y} = 11861 + 12127x - 1391x^2$	0,007	0,794
Espigas comerciais (%)	Penta	$\hat{Y} = 151,20 - 16,88x$	<0,001	0,860
	30P34	$\hat{Y} = 151,40 - 15,02x$	<0,001	0,796
	DKB 214	$\hat{Y} = 165,90 - 14,20x$	<0,001	0,780
	SWB 551	$\hat{Y} = 166,10 - 17,30x$	<0,001	0,920

\hat{Y} – resposta estimada; x – população de plantas (plantas m⁻²); *probabilidade de o regressor ser igual a zero pelo teste t.

Os valores de F calculados para a massa fresca de espiga despalhada revelaram diferença estatística para os fatores cultivar (F = 64,05**), população de plantas (F = 214,93**) e sua interação (F = 5,59**). De maneira geral, a cultivar Penta apresentou espigas despalhadas com menor massa fresca, sendo as cultivares DKB 214 e 30P34 as que apresentaram os maiores valores (Tabela 5). A análise de regressão revelou resposta linear apenas na cultivar Penta; as demais tiveram resposta quadrática para o aumento da população de plantas (Tabela 2).

Tabela 3. Comprimento de espiga empalhada (cm) de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	29,46 b	28,69 b	26,85 c	25,45 b	24,13 c
30P34	28,80 b	27,13 b	26,53 c	24,99 b	22,85 c
DKB 214	31,53 a	30,56 a	30,84 a	29,03 a	29,18 a
SWB 551	32,44 a	30,35 a	28,90 b	27,44 a	26,65 b
CV cultivar	4,19%				
CV população	2,66%				

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Foram significativas as diferenças encontradas na profundidade de grãos, pelo teste F, para os fatores cultivar (F = 4,12*) e população de plantas (F = 106,93**) e sua interação (F = 2,87**). As

cultivares Penta e 30P34 apresentaram grãos mais profundos que as demais, e apenas na população de 5,0 plantas m⁻² a Penta superou a 30P34 (Tabela 7).

Tabela 4. Comprimento de granação, porcentagem de espigas comerciais e número de espigas comerciais de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas (plantas m⁻²) avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Fatores	Comprimento de granação (cm)	% Espigas comerciais	Espigas comerciais ha ⁻¹
Penta	15,98 b	39,0 b	18.406 b
30P34	16,47 b	49,0 b	24.660 b
DKB 214	17,64 a	65,5 a	36.490 a
SWB 551	16,45 b	47,0 b	22.823 b
CV cultivar	3,41%	25,7%	33,18%
CV população	3,67%	28,13%	34,79%

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Com o aumento da população ocorreu redução na profundidade de grãos, independentemente da cultivar (Tabela 7). Segundo a análise de regressão, as cultivares Penta e 30P34 tiveram resposta linear para o aumento da população de plantas, enquanto as demais tiveram resposta quadrática (Tabela 2). A tendência de resposta da SWB 551 para o diâmetro de espiga despalhada e a profundidade de grãos com o aumento da população de plantas demonstra que esta cultivar sofre grande influência da competição intraespecífica, reduzindo drasticamente o

suprimento de assimilados para os grãos com o aumento da população de plantas (Tabelas 6 e 7).

Tabela 5. Massa fresca de espiga despilhada (g) de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	226,3 B	213,7 b	195,3 b	174,3 c	166,6 b
30P34	298,9 A	262,1 a	234,0 a	203,0 ab	183,8 b
DKB 214	301,5 A	267,1 a	243,4 a	217,7 a	216,7 a
SWB 551	307,7 A	251,3 a	227,7 a	188,2 bc	174,3 b
CV cultivar	5,67%				
CV população	4,79%				

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 6. Diâmetro espiga despilhada (cm) de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	4,91 B	4,85 b	4,71 b	4,59 ab	4,52 a
30P34	5,18 A	5,03 a	4,89 a	4,66 a	4,54 a
DKB 214	4,90 B	4,77 bc	4,62 bc	4,50 b	4,47 a
SWB 551	5,06 Ab	4,68 c	4,53 c	4,29 c	4,22 b
CV cultivar	2,41%				
CV população	1,62%				

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 7. Profundidade de grãos (cm) de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	0,96 Ab	0,94 a	0,83 a	0,80 a	0,74 a
30P34	0,95 Ab	0,85 b	0,80 a	0,76 ab	0,70 a
DKB 214	0,90 B	0,83 b	0,78 a	0,71 b	0,72 a
SWB 551	1,01 A	0,84b	0,79 a	0,69 b	0,67 a
CV cultivar	7,42%				
CV população	4,75%				

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Para o número de grãos por fileira, o teste F revelou diferença estatística para ambos os fatores (cultivar: $F = 40,37^{**}$; população de plantas: $F = 50,92^{**}$) e para sua interação ($F = 2,47^*$). A cultivar DKB 214 apresentou, de maneira geral, os maiores valores para o número de grãos por fileira, e os menores foram encontrados na cultivar Penta (Tabela 8). Por meio da análise de regressão, verificou-se redução linear de 0,9397 grãos fileira⁻¹ na cultivar Penta, 0,7503 grãos fileira⁻¹ na 30P34, 1,455 grãos fileira⁻¹ na DKB 214 e 1,969 grãos fileira⁻¹ na SWB 551, para cada unidade de acréscimo no número de plantas m⁻² (Tabela 2).

Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988), o número de grãos por fileira permanece constante (42 a 45 grãos por fileira) até a população de 3,5 plantas m⁻², decrescendo com posterior aumento na população. Apesar de não serem testadas populações inferiores à população limite indicada pelos autores,

no presente trabalho observou-se esse decréscimo no número de grãos por fileira em populações de plantas acima de 3,5 plantas m⁻².

Os resultados para o número de grãos por fileira comprovam a forte supressão do desenvolvimento da espiga pelo aumento da população de plantas. Este efeito verifica-se de forma mais proeminente nas cultivares DKB 214 e SWB 551 (Tabela 8), que apresentaram maior número de grãos por fileira nas populações mais baixas. Evidencia-se que, além da competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, a competição interna por fotoassimilados é maior em cultivares que apresentam espigas longas.

Tabela 8. Grãos por fileira de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas avaliadas em Ponta Grossa, Estado do Paraná.

Cultivares	População de plantas (plantas m ⁻²)				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	37,6 C	37,0 c	36,4 b	34,2 bc	32,0 bc
30P34	39,9 Bc	40,7 ab	38,8 ab	37,8 a	34,8 ab
DKB 214	43,5 A	42,4 a	39,8 a	36,6 ab	35,3 a
SWB 551	41,9 Ab	38,1 bc	35,9 b	32,4 c	29,9 c
CV cultivar	3,85%				
CV população	4,74%				

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si quanto às cultivares pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

A análise dos dados de porcentagem de espigas comerciais revelou diferença estatística para os fatores cultivar ($F = 14,94^{**}$) e população de plantas ($F = 117,15^{**}$), porém não revelou interação entre estes ($F = 1,50^{ns}$). Entre as cultivares avaliadas, a DKB 214 apresentou a maior porcentagem de espigas comerciais (Tabela 4), e a resposta foi linear para o aumento da população de plantas para todas as cultivares (Tabela 2).

Para o número de espigas comerciais ha⁻¹, o teste F revelou não haver interação entre os fatores ($F = 1,46^{ns}$), porém revelou diferença para o fator cultivar ($F = 16,54^{**}$) e para população de plantas ($F = 46,06^{**}$). A cultivar DKB 214 apresentou o maior número de espigas comerciais ha⁻¹ (Tabela 4), e a resposta para o fator população de plantas foi quadrática para as cultivares DKB 214 e SWB 551 e linear para as demais (Tabela 2).

Embora a porcentagem de espigas comerciais tenha apresentado redução significativa (Tabela 4), o número de espigas comerciais ha⁻¹ não apresentou diferença estatística entre as populações de plantas de 3,5 a 6,5 plantas ha⁻¹, em função do aumento no número de espigas por unidade de área (Tabela 4).

Apesar de estatisticamente significativas, as equações para o número de espigas comerciais ha⁻¹ das cultivares 30P34 e DKB 214 apresentaram baixo coeficiente de determinação, dificultando a caracterização da sua tendência de resposta em função do fator população de plantas (Tabela 2).

Para as cultivares Penta e SWB 551, as respostas para o aumento na população de plantas foram, respectivamente, linear e quadrática (Tabela 2).

As populações de plantas em que o número de espigas comerciais atingiria o seu ponto máximo seria, segundo as regressões (Tabela 2), de 3,7508; 3,8983; 5,9866 e 4,3591 plantas m⁻² para as cultivares Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551.

Outros autores obtiveram maior produtividade em espigas verdes quando utilizaram populações de 5,8 e 6,1 plantas m⁻² (SILVA et al., 2007). A diferença entre esses resultados e o obtido no presente trabalho está provavelmente no padrão de espiga adotado como comercial e nas cultivares utilizadas na pesquisa.

Conclusão

Os resultados demonstraram que as cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 são aptas à produção de espigas verdes e suas maiores produtividades são esperadas nas populações de 38.983, 59.866 e 43.591 plantas ha⁻¹. O aumento da população de 3,5 para 9,5 plantas m⁻² influencia negativamente todas as características da espiga que foram avaliadas, excetuando-se a forma.

Dentre as cultivares, a DKB 214 apresenta a maior porcentagem e o maior número de espigas comerciais ha⁻¹.

A porcentagem de espigas comerciais e o número de espigas comerciais ha⁻¹ reduziram com o aumento populacional.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - Capes, pela concessão da bolsa de estudos; à Fazenda-Escola Capão-da-Onça, da UEPG, pela concessão da área experimental e apoio técnico.

Referências

- ANDRADE, F. H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. **Crop Science**, v. 33, n. 3, p. 482-485, 1993.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- BRUNS, H. A.; ABBAS, H. K. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 1136-1140, 2005.

COX, W. J. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 3, p.489-496, 1996.

ECHARTE, L.; LUQUE, S.; ANDRADE, F. H. Response of maize kernel number to plant density in Argentinian hybrids released between 1965 and 1993. **Field Crops Research**, v. 68, n. 1, p. 1-8, 2000.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa, 1999.

FARNHAM, D. E. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 5, p. 1049-1053, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000.

FORNASIERI FILHO, D.; CASTELLANE, P. D.; CIPOLLI, J. R. Efeito de cultivares e épocas de semeadura na produção de milho verde. **Horticultura Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 22-24, 1988.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COIVEV, L. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa, 2003.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; REZERA, F. Respostas 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.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SILVA, P. S. L.; DUARTE, S. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, J. C. V. Effect of planting density on green ear yield of maize cultivars bred in different periods. **Horticultua Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 154-158, 2007.

TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F. P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. **Agronomy Journal**, v. 80, n. 6, p. 935-940, 1988.

Received on July 22, 2007.

Accepted on March 3, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.