

COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO NO AMBIENTE SAFRINHA DO OESTE PAULISTA

José Salvador Simoneti Foloni⁽¹⁾, Diego Henriques Santos⁽²⁾, Rodrigo Briancini⁽³⁾

⁽¹⁾ Professor Doutor da Faculdade de Agronomia da UNOESTE; ⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal na UNOESTE; ⁽³⁾ Discente da Faculdade de Agronomia da UNOESTE.

RESUMO

A diversidade genética existente na cultura do milho permite o seu cultivo nos mais diversos ambientes. Objetivou-se com este trabalho avaliar, comparativamente, vinte cultivares híbridos de milho, semeados com espaçamento entrelinhas de 0,45 m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. O cultivo de milho no ambiente safrinha na região do Oeste Paulista, caracterizada pela elevada escassez de chuvas no período de outono-inverno, apresentou produtividades satisfatórias em termos de viabilidade econômica. O experimento evidenciou que a redução do espaçamento entrelinhas de semeadura para 0,45 m, mantendo-se a densidade populacional de plantas padrão da cultura, é promissor para o cultivo safrinha em regiões ou épocas do ano de menor disponibilidade hídrica. São grandes as diferenças entre os cultivares, para os atributos altura de plantas, altura de inserção das espigas, porcentagem de acamamento e massa de 100 grãos, permitindo aos agricultores julgarem quais são os melhores genótipos para os seus respectivos sistemas de produção. Separando os cultivares de milho em categorias de rendimento de grãos, tem-se um grupo de destaque formado pelos híbridos DKB-350, PIONEER-3070, AG-9010, EXCELLER e AG-5020, com 5.400, 5.310, 4.810, 4.700 e 4.650 kg ha⁻¹ de grãos, respectivamente.

Palavras-chave: *Zea mays*. Espaçamento. Viabilidade econômica.

COMPETITION OF CORN CULTIVARS WITH REDUCED SPACE AT AMBIENT SAFRINHA OF WEST SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

The genetic diversity existent in the culture of the corn allows your cultivation in various ambient. The objective of this study was to evaluate, comparatively, twenty corn cultivars hybrid, with 0,45 m spacing. The experimental designer was casual entirely, with four repetitions. The corn cultivation in the ambient *safrinha* (fall cropping) in the west from São Paulo, Brazil, characterized by the high shortage of rains in the autumn-winter period, it presented satisfactory productivities in terms of economical viability. The experiment evidenced that the reduction of the spacing planting implied sense for 0,45 m, staying the population density of plants pattern of the culture, it is promising for the cultivation *safrinha* in areas or period of the year of water stress. They are intense the differences among them corn cultivars, for the attributes of plants and ears heights, lodging percentage and 100 grains mass, allowing to the farmers judge which are the best cultivars for your respective production systems. Separating the corn cultivars in categories of grains revenue, a prominence group is had formed by the hybrid DKB-350, PIONEER-3070, AG-9010, EXCELLER and AG-5020, with 5.400, 5.310, 4.810, 4.700 and 4.650 kg ha⁻¹ of grains, respectively.

Key words: *Zea mays*. Spacing. Economical viability.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Conab (2008), a cultura do milho no Brasil produziu 51,37 milhões de toneladas de grãos na safra 2006/2007. Dos quais, 36,60 milhões foram gerados nas lavouras de verão com produtividade média de 3.855 kg ha⁻¹, e na segunda época (safrinha) alcançou-se 14,77 milhões de toneladas com média de 3.239 kg ha⁻¹ de grãos. Portanto, o milho safrinha, semeado nos meses de fevereiro a março em sucessão a lavouras anuais de verão, tem grande destaque no cenário nacional.

Segundo Argenta et al. (2001), a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa exerce grande influência na produtividade do milho quando outros fatores ambientais são favoráveis, sendo a utilização de menor espaçamento entre linhas uma das formas de se conseguir isso, devido a uma melhor distribuição espacial das plantas. A qualidade de luz recebida pelas plantas é especialmente importante para culturas de milho em densidades elevadas, pois determina algumas modificações no desenvolvimento das plantas, como por exemplo, maior alongamento dos colmos e folhas mais compridas e finas.

Com o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição inter e intra-específica por esses fatores, aumentando a matéria seca e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

A escolha da densidade ideal de semeadura e do melhor arranjo de plantas, de acordo com Carneiro e Gerage (1991), está entre as principais técnicas a serem empregadas para a obtenção de maior produtividade de milho. Em função disso, os autores argumentam que

trabalhos de pesquisa buscam diminuir os espaçamentos entrelinhas de semeadura para a cultura do milho com possíveis aumentos nas quantidades de plantas por área, almejando incrementos de produtividade de grãos.

A densidade ótima depende da cultivar, da fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, região e época de semeadura (NOVAIS, 1970; PEREIRA, 1991). Assim, a produtividade tende a aumentar com a elevação da densidade até atingir certo número de plantas por área, que é considerada ótima (PEREIRA, 1991).

Avaliar as novas cultivares de milho, em diferentes espaçamentos entre linhas e diferentes densidades de plantas se faz necessário, uma vez que os novos genótipos disponíveis no mercado são mais produtivos, tem porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta, em relação aos materiais mais antigos o que favorece a adoção de um arranjo de plantas que permite distribuir mais equidistantemente as plantas na área, proporcionando assim o aumento de produtividade. A tendência atual é a redução do espaçamento entre linhas. Essa redução promove a distribuição mais equidistante de plantas, podendo aumentar a eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa, água e nutrientes, incrementando a produtividade (PASZKIEWICZ, 1996).

Em trabalho realizado em época de safra normal, Flesch e Viera (2004) não encontraram diferenças significativas para a redução de espaçamento de semeadura no rendimento de grãos para cultivares de milho híbridos, porém, verificaram que esta prática mostrou-se efetiva no controle de plantas daninhas. Em contrapartida, Sangoi et al. (2001), também em época de safra normal, observaram que o rendimento de grãos aumentou linearmente com a redução de espaçamento entrelinhas na instalação da cultura.

Em experimento avaliando o comportamento de seis híbridos de milho,

Marchão et al. (2005) concluiu que o rendimento de grãos foi afetado pela interação entre híbridos e densidades de plantas, demonstrando influência diferencial das densidades populacionais nos híbridos avaliados, permitindo afirmar que, dependendo do híbrido, é possível aumentar o rendimento de grãos com o incremento da densidade de plantas, sob espaçamento reduzido (0,45 m).

Em virtude das modificações nos genótipos modernos de milho, tais como a menor estatura de plantas, maior precocidade e folhas mais eretas, conferindo maior potencial produtivo, é necessário reavaliar as recomendações de densidade de semeadura do milho.

Objetivou-se com este trabalho avaliar, comparativamente, vinte cultivares híbridos de milho semeados com espaçamento entrelinhas reduzido para 0,45 m, no ambiente safrinha do Oeste do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, no município de Presidente Bernardes - SP, latitude 22°07'30", longitude 51°26'00" e altitude 435, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico de textura média (Embrapa, 1999), de março a julho de 2005. Fez-se amostragem do solo em agosto/2004 na profundidade de 0 a 20 cm, para análise química segundo metodologia de Raij et al. (2001), com os seguintes resultados: pH (CaCl₂) 4,9; 18 g dm⁻³ de MO; 12 mg dm⁻³ de P_{resina}; 30 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 0,7 mmol_c dm⁻³ de K; 11 mmol_c dm⁻³ de Ca; 10 mmol_c dm⁻³ de Mg; 22 mmol_c dm⁻³ de SB; 52 mmol_c dm⁻³ de CTC; 42% de saturação por bases (V). O solo foi submetido à calagem incorporada com aração e gradagem para elevar a saturação por bases a 70% (RAIJ et al., 1997), e de outubro/2004 a fevereiro/2005 cultivou-se soja na área experimental.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, que significa ser tropical com estação chuvosa e quente bem definida entre os meses de setembro a março, e inverno seco com temperaturas amenas entre os meses de abril a setembro.

Antes da instalação do experimento, a área foi submetida à dessecação química com 2,4 kg ha⁻¹ de Glyphosate. Em seguida, no dia 22/03/2005 fez-se a demarcação das linhas e aplicação de adubo com semeadora-adubadora desenvolvida para o Sistema Plantio Direto, com regulagem de 0,45 m de espaçamento entrelinhas e aplicação de 250 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16. Os cultivares foram semeados manualmente, de tal forma que houvesse de 60.000 a 65.000 sementes viáveis por hectare. Aos 12 dias após a emergência das plantas (12 DAE), foram aplicados em mistura de tanque, os herbicidas atrazina e S-metolaclo-ro com 1,29 e 1,01 kg ha⁻¹ dos ingredientes ativos, respectivamente, mais 5 g ha⁻¹ do inseticida deltametrina. Aos 28 DAE fez-se outra pulverização com inseticidas, nas doses de 10 g ha⁻¹ de lufenuron e 5 g ha⁻¹ de deltametrina.

Após a maturação fisiológica dos grãos, realizou-se contagem do número total de plantas das quatro repetições de cada tratamento, com o objetivo de se estabelecer as densidades populacionais médias finais de plantas dos cultivares, com seus respectivos desvios-padrão: AG-7000 46.111 (± 5.844), AG-5020 51.389 (± 5.833), DKB-979 46.944 (± 6.566), Fort 36.944 (± 6.375), DKB-330 52.778 (± 5.010), AG-8060 48.055 (± 6.111), Valent 30.833 (± 2.625), Agromen-3050 55.010 (± 1.924), AG-6040 53.611 (± 4.291), DKB-390 45.001 (± 5.844), DKB-466 50.556 (± 12.223), DKB-950 47.500 (± 4.570), Pioneer-30K75 47.778 (± 9.728), DKB-350 44.445 (± 8.701), Pioneer-30P70 51.389 (± 2.463), Exceller 38.611 (± 11.737), DKB-566 46.389 (± 5.162), Pioneer-30F98 50.833 (± 5.319), AG-9010

43.839 (\pm 7.286) e AG-2040 56.111 (\pm 7288) plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos ao acaso, com 20 tratamentos e quatro repetições, totalizando 80 parcelas com oito linhas de sementeiras espaçadas a 0,45 m, e 10 m de comprimento.

Na fase de pleno florescimento do milho, foram feitas medições da altura das plantas, determinada a partir da distância entre a superfície do solo e a inserção do pendão, de todas as plantas contidas nas quatro linhas centrais de cada parcela experimental, descontando-se 1 m de bordadura nas extremidades de cada parcela. Após a maturação fisiológica dos grãos e senescência das plantas, determinou-se o número de plantas acamadas e coletaram-se todas as espigas contidas nas quatro linhas centrais das parcelas, desconsiderando-se 1 m nas extremidades das mesmas. Em seguida, fez-se a debulha manual e limpeza dos grãos de milho, para determinação da produtividade e massa de 100 grãos com umidade corrigida a 13%.

O estudo estatístico constou de análises de variância e teste de médias, onde foram realizadas comparações entre tratamentos experimentais por meio do teste t a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 observa-se que todas as variáveis estudadas apresentaram diferenças

estatísticas. Todos os cultivares são híbridos de alto desempenho produtivo, sendo inovador neste trabalho a distribuição espacial das plantas, com espaçamento reduzido de 0,45 m. Na figura 1 encontram-se os resultados de produtividade, onde determinou-se a diferença mínima significativa (DMS) de 814 kg.ha⁻¹ de grãos, ou seja, cultivares que apresentaram produtividades que variaram na ordem de 14 scs.ha⁻¹ de 60 kg, para mais ou para menos, foram estatisticamente equivalentes em termos de rendimento de grãos.

A altura de plantas variou intensamente entre os cultivares estudados (Fig. 2-A). De maneira geral, a altura média das plantas, independentemente das características genéticas de cada híbrido, foi relativamente baixa, em virtude, provavelmente, da baixa oferta hídrica nos meses de março a julho. O cultivar AG-9010 apresentou a menor altura de plantas, 1,10 m, porém essa característica fenotípica não possui relação com a capacidade produtiva, visto que o AG-9010 alcançou rendimento acima de 4.500 kg.ha⁻¹ de grãos (Fig. 1). Segundo Paterniani (1997), os cultivares modernos de milho sofreram nos últimos anos pressão de seleção e melhoramento para redução do porte das plantas, por meio da incorporação de genes de nanismo nas populações comerciais.

TABELA 1 - Valores de F calculados por meio das análises de variância para as variáveis produtividade de grãos, altura de plantas, altura de inserção das espigas, porcentagem de plantas acamadas e massa de 100 grãos de cultivares de milho semeados na safrinha

Causas da Variação	Variáveis analisadas				
	Produtividade	Altura de plantas	Altura das espigas	Plantas acamadas	Massa de 100 grãos
Cultivares de milho	8,09**	9,55**	29,33**	4,77**	12,93**
CV ⁽¹⁾ (%)	14,96	5,70	6,15	70,39	7,09
DMS ⁽²⁾	813 kg ha ⁻¹	0,11 m	0,05 m	5,84%	2,16 g
Média geral	3.840 kg ha ⁻¹	1,37 m	0,64 m	5,89%	21,55 g

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns: não significativo. ⁽¹⁾ Coeficiente de variação. ⁽²⁾ Diferença mínima significativa pelo teste t, a 5% de probabilidade.

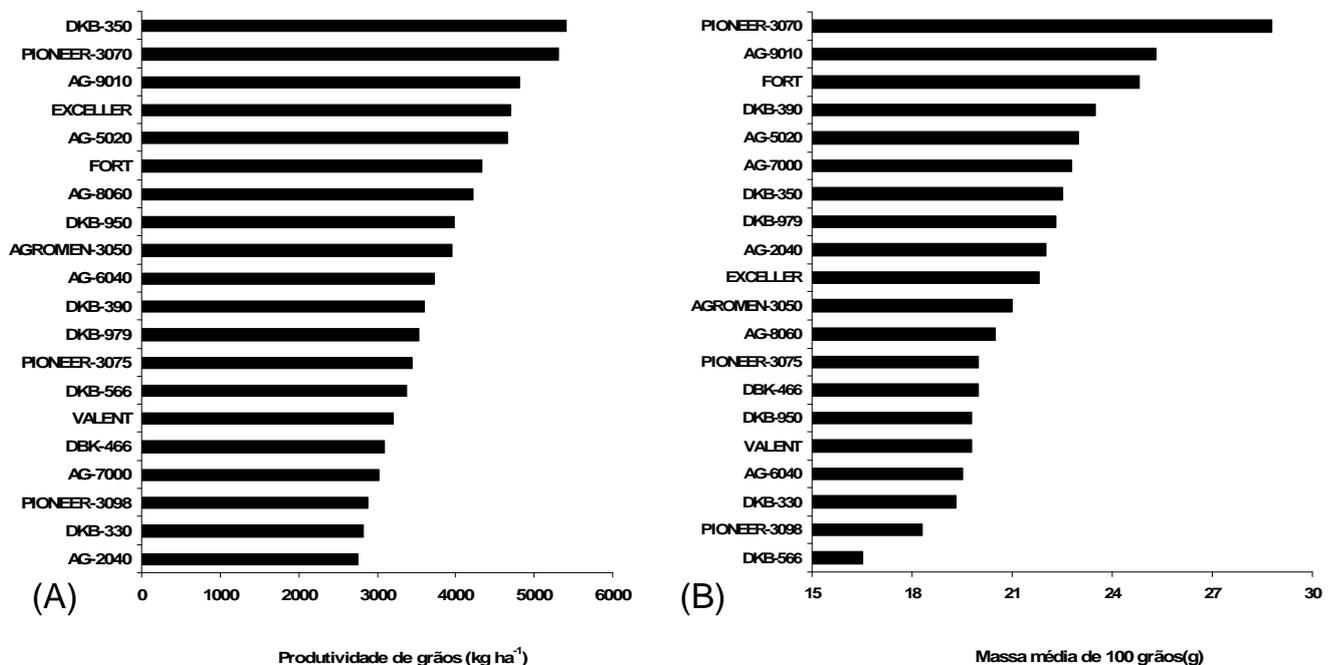


FIGURA 1 - Produtividade de grãos (A) e Massa média de 100 grãos (B) de diferentes cultivares de milho, semeados com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, na safrinha (março-julho) do ano agrícola de 2005, na região de Presidente Prudente-SP. DMS: Diferença mínima estatística pelo teste t, a 5% de probabilidade

A altura de inserção das espigas, juntamente com a altura das plantas, compõe uma das características mais importantes da arquitetura do milho, pois podem comprometer a eficiência da colheita (Fig. 2-B). Uma das características agrônômicas fundamentais do milho é o fato de proporcionar o armazenamento a campo, ou seja, pelo fato das espigas serem decumbentes e praticamente vedadas pela palha,

as plantas de porte menor e inserção das espigas mais baixa apresentam maior capacidade de suportarem ventos fortes após a maturação fisiológica dos grãos e senescência das plantas, permitindo ao agricultor maior estabilidade e flexibilidade no planejamento da colheita. Tanto na altura das plantas como na altura de inserção das espigas, o destaque foi para o híbrido superprecoce AG-9010 (Fig. 2).

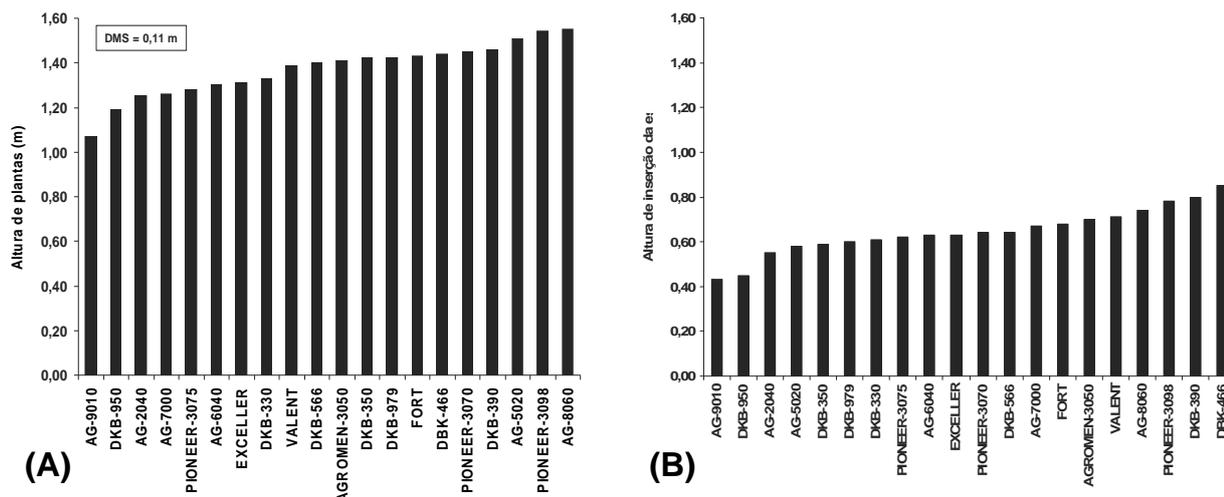


FIGURA 2 - Altura de plantas de diferentes cultivares de milho (A) e Altura de inserção das espigas de diferentes cultivares de milho (B), semeados com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, na safrinha (março-julho) do ano agrícola de 2005, Presidente Prudente-SP. DMS: Diferença mínima estatística pelo teste t, a 5% de probabilidade

A porcentagem de plantas acamadas sofre influência da altura das plantas, altura de inserção das espigas, diâmetro dos caules, flexibilidade dos caules após a maturação fisiológica dos grãos e da capacidade das raízes adventícias em escorarem as plantas. Portanto, são vários fatores que compõem a maior ou menor suscetibilidade ao acamamento.

A massa de 100 grãos é um dos principais componentes de produção do milho. Esse atributo distingue não somente a densidade dos grãos, mas também a sua dureza, que por sua vez diz respeito à maior tolerância ao ataque de pragas do armazenamento. Nem sempre cultivares que apresentam grãos mais pesados são mais produtivos, porém, grande parte dos cultivares que possuem massa de 100 grãos elevado são superiores em produtividade.

Nota-se que existe uma tendência positiva entre as variáveis correlacionadas na figura 3-A, ou seja, à medida que a massa de 100 grãos aumenta, aumenta-se também a produtividade de grãos. Na figura 3-B estão apresentados os resultados do estudo de correlação entre as variáveis porcentagem de

plantas acamadas e altura de plantas de milho. Independentemente do procedimento estatístico, observa-se uma correlação crescente entre altura de plantas e índice de acamamento, ou seja, plantas mais altas provavelmente são mais propícias ao acamamento, prejudicando os procedimentos de colheita. As variações das densidades populacionais de plantas dos cultivares de milho avaliados no experimento estão correlacionadas com a produtividade dos diferentes cultivares na figura 3-C. Neste caso, houve uma relação negativa entre estas duas variáveis, ou seja, à medida em que se aumentou a densidade populacional de plantas houve redução na produtividade de grãos.

A interceptação da radiação solar pelas folhas exerce grande influência na produtividade da cultura do milho, quando outros fatores ambientais são favoráveis (OTTMAN; WELCH, 1989). Além da elevação da densidade populacional de plantas, outra forma de aumentar a interceptação de luz é por meio da redução do espaçamento entrelinhas de semeadura na instalação da cultura, ou seja, independentemente do estande adotado, um

arranjo espacial adequado das plantas de milho também proporciona incrementos na fotossíntese (FLÉNET et al., 1996), o que reverte, na grande maioria dos casos, em incrementos de rendimento de grãos (MURPHY et al., 1996). A elevação do rendimento de grãos com a redução

do espaçamento entrelinhas é atribuída também ao decréscimo de competição entre plantas por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais eqüidistante dos indivíduos por unidade de área (JOHNSON et al., 1998).

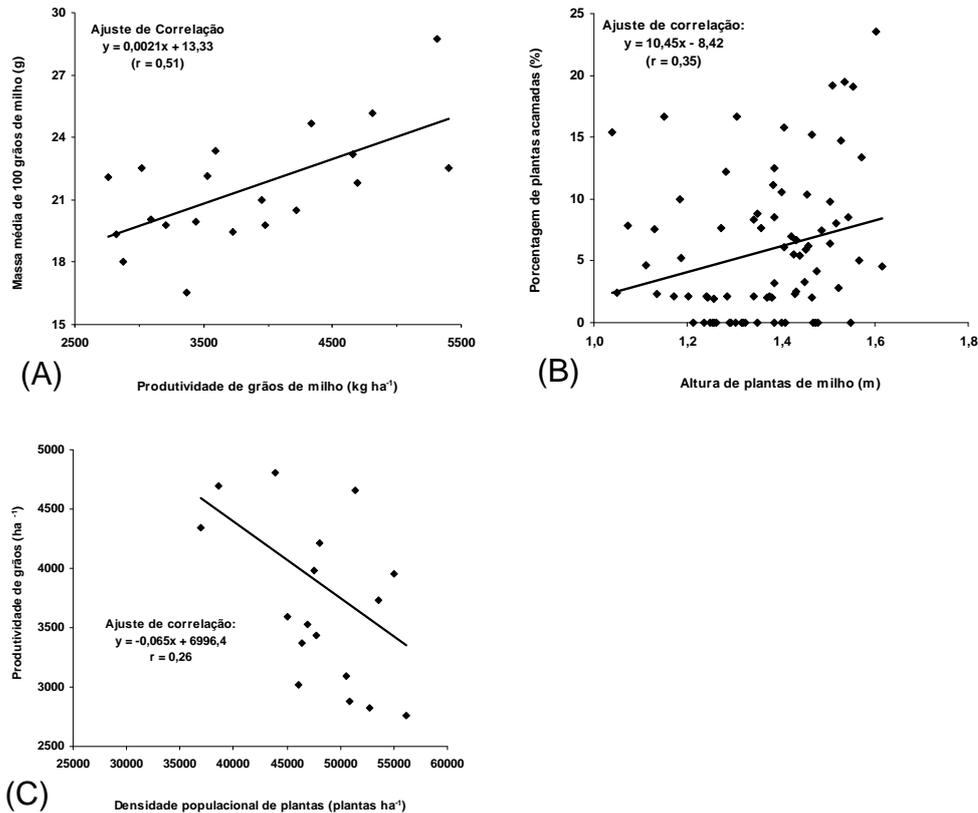


FIGURA 3 - Estudo de correlação entre as variáveis massa média de 100 grãos e produtividade de grãos (A), altura de plantas e porcentagem de plantas acamadas (B), e densidade populacional de plantas e produtividade de grãos (C), de diferentes cultivares de milho, semeados com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, na safrinha (março-julho) do ano agrícola de 2005, na região de Presidente Prudente-SP. r: coeficiente de correlação

CONCLUSÕES

O cultivo de milho no ambiente safrinha na região do Oeste Paulista, em espaçamento reduzido, apresentou produtividades satisfatórias em termos de viabilidade econômica. São intensas as diferenças entre os cultivares de milho, para os atributos altura de plantas, altura de inserção das espigas, porcentagem de acamamento e massa de 100 grãos, permitindo aos agricultores julgarem quais são os melhores genótipos para os seus respectivos sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100009>
- CARNEIRO, G. E. S.; GERAGE, A. C. Densidade de semeadura. In: A CULTURA do milho no

Paraná. Londrina: IAPAR, 1991. Cap. 4, p. 63-70.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento da Safra Agrícola 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/>>. Acesso em: 23 de abril de 2008.

EMBRAPA. CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI, Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

FLÉNET, F. et al. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800020011x>

FLESCH, R. D.; VIERA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000100005>

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1998.0002196200900001010008x>

MARCHÃO, R. L. et al. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. p. 1-2.

MURPHY, S. D. et al. Effect of planting patterns on intrarow cultivation and competition between

corn and late emerging weeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 6, p. 856-870, 1996.

NOVAIS, R. F. **Comportamento de dois milhos híbridos duplos (*Zea mays* L.) AG206 e H6000 em três populações de plantas e três níveis de nitrogênio**. 1970. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OTTMAN, M. J.; WELCH, L. F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 2, p. 167-174, 1989. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1989.00021962008100020006x>

PASZKIEWICZ, S. Narrow row spacing influence on corn yield. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 51., 1996, Chicago. **Proceedings...** Chicago: IL, 1996. p. 130-138.

PATERNIANI, E. Melhoramento do Milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de plantas cultivadas**. Viçosa: UFV, 1997. 547 p.

PEREIRA, R. S. B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.

RAIJ, B. Van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

RAIJ, B. Van et al. (eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SANGOI, L. et al. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000600003>