

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB ESPAÇAMENTO REDUZIDO ENTRE LINHAS EM VÁRZEA TROPICAL

Alberto Baêta dos Santos⁽¹⁾, Pedro Hélio Estevam Ribeiro⁽²⁾. ¹Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: baeta@cnpaf.embrapa.br. ²Embrapa Milho e Sorgo.

O uso sustentável de várzeas compreende a utilização de sistemas de cultivos múltiplos, produzindo duas a três safras por ano numa mesma área (Santos & Silveira, 1996). O cultivo do milho no sistema de subirrigação, na entressafra do arroz irrigado, tem-se mostrado como uma alternativa viável para aumentar a produtividade de grãos no ecossistema várzea. A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa exerce grande influência na produtividade do milho e uma das formas de aumentá-la é por meio da redução do espaçamento entre linhas. Essa redução também pode propiciar maior competitividade com as plantas daninhas, devido à maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura. Maximizar a eficiência fotossintética da comunidade compreende a 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. O manejo da população de plantas é uma das práticas mais importantes para determinar a produtividade de grãos de milho, pois a distribuição das plantas afeta a sua arquitetura, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influencia na produção e partição de fotoassimilados (Almeida & Sangoi, 1996). A maioria dos produtores adota tradicionalmente o espaçamento entre linhas entre 0,80 e 0,90 m, devido, principalmente, à inadequação das colhedoras a sistemas que empregam espaçamentos inferiores. No entanto, atualmente já há disponibilidade no mercado de semeadoras e colhedoras que permitem redução no espaçamento entre linhas de até 0,45 m.

Os efeitos da redução do espaçamento entre linhas sobre a produtividade de grãos são bastante heterogêneos e a resposta do milho é influenciada pela época de semeadura, cultivar, população de plantas e região produtora. Sangoi & Silva (2006) relatam que a redução do espaçamento entre linhas apresenta três vantagens potenciais no que se refere à mecanização agrícola. A primeira é a maior operacionalidade que espaçamentos de 0,45 a 0,50 m proporcionam para os produtores que trabalham com milho e soja, pois as semeadoras não necessitam ser substancialmente alteradas na mudança de um cultivo para outro. A segunda é a melhor distribuição das plântulas no sulco de semeadura, devido à menor velocidade de trabalho dos sistemas distribuidores de sementes. A terceira é a distribuição dos fertilizantes em maior quantidade de metros por hectare, o que melhora o aproveitamento dos nutrientes e reduz a possibilidade de efeitos salinos fitotóxicos à semente. Segundo Porter et al. (1997), mantendo-se a população de plantas constante, a redução do espaçamento entre linhas incrementa a distância entre as plantas, propiciando um arranjo mais equidistante dos indivíduos na área de cultivo. Esse procedimento reduz a competição entre as plantas por água, luz e nutrientes, otimizando a sua utilização. O fechamento mais rápido dos espaços disponíveis pela cultura, advindo da presença de linhas mais próximas, reduz a transmissão da radiação através da comunidade. A menor incidência luminosa nos extratos inferiores do dossel limita o desenvolvimento de plantas daninhas (Balbinot & Fleck, 2005). Dessa forma, a redução do espaçamento entre linhas atua como um método cultural de controle das plantas daninhas.

O objetivo desse estudo foi avaliar a performance dos híbridos duplos de milho AG-1051, HT-MV-F1 e HT-MV-F2 cultivados sob espaçamento reduzido de 0,45 m, em comparação com o espaçamento tradicionalmente usado de 0,90 m, em várzea tropical.

O estudo foi conduzido em dois anos consecutivos, 2004 e 2005, em várzea na Fazenda Xavante, em Dueré, no Estado do Tocantins, na entressafra do arroz irrigado, em solo classificado como Gleissolo Háptico distrófico (Inceptissolo), no sistema de subirrigação, que consiste na aplicação da água diretamente sob a superfície do solo, geralmente por meio da criação, manutenção e controle do lençol freático a uma profundidade preestabelecida. As análises químicas e granulométricas das amostras de solo coletadas no início do estudo, nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de profundidade, revelaram pH em água (1:2,5) de 6,5 e 6,2; 4,3 e 2,9 cmol_c kg⁻¹ de Ca²⁺; 2,2 e 1,0 cmol_c kg⁻¹ de Mg²⁺; 38,7 e 22,6 mg kg⁻¹ de P; 92 e 41 mg kg⁻¹ de K⁺; 1,2 e 0,7 mg kg⁻¹ de Cu; 3,4 e 2,0 mg kg⁻¹ de Zn; 55 e 49 mg kg⁻¹ de Fe; 11 e 6 mg kg⁻¹ de Mn; 32 e 29 g kg⁻¹ de MO; 267 e 247 g kg⁻¹ de argila; 200 e 160 g kg⁻¹ de silte; 533 e 593 g kg⁻¹ de areia, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com seis repetições, no esquema de parcelas divididas. As parcelas foram constituídas pelos espaçamentos entre linhas e, as subparcelas, pelos genótipos, com seis linhas de 25 m de comprimento e 7,2 m² de área útil. Em ambos os espaçamentos, usou-se a população de 66 mil plantas por hectare. Aplicaram-se 400 kg ha⁻¹ do formulado 4 - 30 - 16 + Zn, por ocasião da semeadura, e 125 kg ha⁻¹ de N incorporados ao solo nas entre linhas, quando a planta estava com 5-6 folhas completamente desenvolvidas, na forma de uréia. Após a semeadura, passou-se rolo compactador em toda área, visando favorecer a subirrigação, mediante a redistribuição da água até a superfície do solo e, com isso, obter melhor estande de plântulas. A competição com as plantas daninhas foi prevenida com a aplicação do herbicida atrazine (500 g L⁻¹), em pós-emergência. Por ocasião da colheita, foram determinados a produtividade de grãos, a qual foi expressa em kg ha⁻¹ após ajustada em 13% de umidade, e seus componentes. Os dados foram submetidos à análise de variância e para comparação dos tratamentos foi empregado o teste de agrupamento de médias de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

No primeiro ano, os genótipos apresentaram altura de inserção da primeira espiga e produtividade de grãos significativamente diferentes (Tabela 1). A maior altura de inserção da primeira espiga foi observada no genótipo HT-MV-F2 e a menor no AG-1051, que também apresentou a menor produtividade de grãos. O espaçamento entre linhas influenciou apenas a altura de inserção da primeira espiga, obtendo maiores valores no maior espaçamento. Nesse ano, houve interação entre genótipo e espaçamento entre linhas nas produtividades de polpa e espigas verdes (Tabela 2). Os genótipos AG-1051 e HT-MV-F1 apresentaram maiores produtividades de polpa e espigas verdes no espaçamento entre linhas de 0,45 m, enquanto que o HT-MV-F2 teve no espaçamento de 0,90 m maior produtividade de espigas verdes, e a produtividade de polpa não diferiu da de 0,45 m. No menor espaçamento entre linhas, os genótipos AG-1051 e HT-MV-F1 tiveram maiores produtividade de polpa, enquanto que no espaçamento de 0,90 m o genótipo HT-MV-F2 foi superior. No espaçamento de 0,45 m, a maior e menor produtividade de espigas verdes foram obtidas pelos genótipos HT-MV-F1 e HT-MV-F2, respectivamente.

No segundo ano, os genótipos diferiram apenas na altura de inserção da primeira espiga, onde o genótipo AG-1051 apresentou maiores valores que os demais (Tabela 1). O espaçamento entre linhas influenciou significativamente o número

de espigas por área e a produtividade de espigas verdes. Em ambas as características o menor espaçamento entre linhas foi superior ao tradicionalmente usado pela maioria dos produtores. O espaçamento de 0,45 m aumentou em 43% o número de espigas por área e em 19% a produtividade de espigas verdes dos genótipos. Nesse ano, houve interação entre genótipo e espaçamento entre linhas na produtividade de grãos (Tabela 2). Os genótipos AG-1051 e HT-MV-F1 não diferiram com os espaçamentos, enquanto que o HT-MV-F2 foi 52% mais produtivo no espaçamento de 0,45 m. Dourado Neto et al. (2003), avaliando o comportamento do híbrido duplo AG-1051, de arquitetura foliar aberta, ciclo semiprecoce, verificaram na maior população que a redução do espaçamento de 0,80 m para 0,40 m entre linhas teve efeito positivo na produtividade de grãos. No menor espaçamento o genótipo HT-MV-F2 foi superior aos demais, enquanto que no de 0,90 m o AG-1051 apresentou significativamente a maior produtividade de grãos. Marchão et al. (2005) verificaram que, dependendo do híbrido, o uso de espaçamento reduzido entre linhas, 0,45 m, é uma prática que garante aumentos de produtividade via incremento na população de plantas de milho. Avaliando dois genótipos morfológicamente contrastantes, híbrido simples superprecoce e híbrido duplo tardio, Sangoi et al. (2001) verificaram que a redução do espaçamento de 1,00 m para 0,50 m aumentou linearmente a produtividade de grãos. Verificaram também que os aumentos obtidos pela utilização do menor espaçamento entre linhas foram maiores na semeadura antecipada, e que o tipo de arquitetura da planta e o ciclo do híbrido não interferiram na resposta do milho à redução do espaçamento entre linhas.

Tabela 1. Efeitos de genótipo e de espaçamento entre linhas sobre a altura de inserção da primeira espiga, planta acamada e quebrada, número de espigas e produtividade de grãos de feijão em várzea tropical.

Genótipo Espaçamento entre linhas	Altura de inserção da primeira espiga (m)	Planta acamada e quebrada (n° m ²)	Espiga (n° m ²)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
AG-1051	1,08c ¹	0,83a	3,7a	5253b
HT-MV-F1	1,17b	0,67a	3,8a	6162a
HT-MV-F2	1,28a	0,83a	3,9a	6174a
0,45 m	1,09B	0,57A	3,8A	5852A
0,90 m	1,27A	0,81A	3,8A	5874A
Média	1,18	0,69	3,8	5863
CV(%)	7,7	59,9	8,6	13,6
Genótipo Espaçamento entre linhas	Altura de inserção da primeira espiga (m)	Planta acamada e quebrada (n° m ²)	Espiga (n° m ²)	Produtividade de espigas verdes (t ha ⁻¹)
AG-1051	1,16a	0,38a	5,4a	12,86a
HT-MV-F1	1,05b	0,37a	4,8a	11,61a
HT-MV-F2	1,03b	0,63a	5,1a	12,22a
0,45 m	1,08A	0,53A	6,0A	13,28A
0,90 m	1,08A	0,39A	4,2B	11,18B
Média	1,08	0,46	5,1	12,23
CV(%)	7,3	98,5	12,3	17,2

¹Médias de genótipo seguidas da mesma letra minúscula, ou de espaçamento entre linhas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si, pelo teste de Skott & Knott, a 5% de probabilidade.

A cultura do milho tem sido tradicionalmente implantada, no Brasil, com espaçamentos entre linhas compreendidos entre 0,80 e 1,00 m. Essa distância entre fileiras permite o adequado funcionamento nos equipamentos necessários à semeadura, tratos culturais e colheita, independente do sistema de produção e do tipo de tração utilizado (Sangoi & Silva, 2006). Entretanto, verifica-se uma tendência de se reduzir o espaçamento.

Tabela 2. Interação entre genótipo e espaçamento entre linhas sobre a produtividade de polpa, de espigas verdes e de grãos de milho em várzea tropical.

Genótipo	2004						2005		
	Produtividade de polpa (kg ha ⁻¹)			Produtividade de espigas verdes (t ha ⁻¹)			Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		
	Espaçamento entre linhas (m)								
	0,45	0,90	Média	0,45	0,90	Média	0,45	0,90	Média
AG-1051	2104aA ¹	900bB	1502a	15,59bA	11,83bB	13,71b	7941bA	7432aA	7687a
HT-MV-F1	1867aA	1026bB	1447a	17,89aA	15,19aB	16,54a	7085bA	6214bA	6650b
HT-MV-F2	1456bA	1230aA	1343a	13,32cB	16,76aA	15,04a	9109aA	5990bB	7550a
Média	1809A	1052B	1431	15,60A	14,59B	15,10	8045A	6545B	7295
CV(%)	15,0			12,2			14,2		

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, ou da mesma letra minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Skott & Knott, a 5% de probabilidade.

De modo geral, as maiores respostas dos genótipos ao espaçamento reduzido entre linhas, possivelmente, se deve à distribuição mais uniforme das plantas na área, que resulta em aumento da eficiência na interceptação da radiação solar e melhor utilização de água e nutrientes; melhor controle de plantas daninhas, em função do fechamento mais rápido dos espaços entre e dentre plantas e menor entrada de luz. A distribuição mais equidistante das plantas promove maior eficiência de utilização dos recursos e reduz a competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes. Há melhoria na

qualidade de plantio em operações com menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes, resultando em plantio com menor número de falhas e na maximização da utilização da plantadora, uma vez que diferentes culturas, especialmente milho e soja, poderão ser plantadas com o mesmo espaçamento, permitindo maior praticidade e ganho de tempo.

Com isso, conclui-se que as produtividades de híbrido de milho, tanto de polpa, de espigas verdes, como de grãos secos, são aumentadas com o uso de espaçamento reduzido de 0,45 m entre linhas, possibilitando maior operacionalidade das semeadoras com várias espécies, como milho e soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, M. L. de; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. Porto Alegre, n. 2, v. 2, p. 179-183, 1996.

BALBINOT, A. A.; FLECK, N. G. Benefícios e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista Plantio Direto**. v. 5, p. 37-41, 2005.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbrido de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93 -101, 2005.

PORTER, P. M.; HICKS, D. R.; LUESCHEN, W. E.; FORD, J.H.; WARNES, D.D.; HOVERSTAD, T. R. Corn response to row width and plant population in the Northern Corn Belt. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 10, 1997.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.6, p. 861-869, 2001.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Densidade e arranjo populacional em milho. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobios.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm. Acesso em: 1/3/2007. Publicado no Infobios em 19/08/2006.

SANTOS, A.B. dos; SILVEIRA, P.M. da. Cultivo em várzeas. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 589-617.

Agradecimento: Este trabalho é dedicado ao inesquecível companheiro Pedro Hélio Estevam Ribeiro (*In memoriam*), pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, pela sua imensa contribuição em todas as etapas desta pesquisa.