

Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho

Influence of row spacing on agronomic parameters features and dry matter accumulation of maize hybrids

Sebastião Ferreira de Lima^{1(*)}

Rita de Cássia Félix Alvarez²

Lucymara Merquides Contardi³

Resumo

A distribuição espacial de plantas por área é um recurso para aumentar a produtividade. Normalmente populações mais altas, aliadas à redução do espaçamento entre linhas, têm propiciado maiores rendimentos. Esse arranjo de plantas pode culminar com maior acúmulo de massa seca sobre o solo, favorecendo a cultura sucessora. O trabalho teve por objetivo avaliar as características fitotécnicas, a produtividade e o acúmulo de massa seca de dois híbridos de milho (AG 9010 YG e Agrisure TL, ambos transgênicos) em dois espaçamentos. O experimento foi instalado no período de safrinha (fevereiro de 2010), em área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Foi composto pela combinação dos dois Híbridos, semeados em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m) entre linhas, com densidade de sete sementes por metro. O delineamento experimental foi em esquema fatorial 2 x 2, com oito repetições, distribuídos em blocos casualizados. Foram avaliadas características da planta de milho, componentes de produção, produtividade e matéria seca de toda a planta. Maior produtividade de grãos e produção de massa seca total foram obtidos no espaçamento de 0,45 m entre plantas. No espaçamento de 0,90 m entre linhas, com menor população final de plantas, obteve-se maior altura de plantas, maior altura de inserção da primeira espiga, do diâmetro do caule e do índice de espigas. O híbrido Agrisure TL também foi mais produtivo e conseguiu maior acúmulo de massa seca que o híbrido AG 9010 YG.

Palavras-chave: *Zea mays*; população de plantas; palhada; arranjo de plantas.

1 DR.; Engenheiro Agrônomo; Professor Adjunto na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campus Chapadão do Sul; Endereço: Rodovia MS-306, Estrada do Pasto Ruim, Zona Rural, Caixa-postal: 112, CEP: 79560-000, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil; E-mail: sebastiao.lima@ufms.br (*) Autor para correspondência.

2 Dra.; Engenheira Agrônoma; Professora Adjunto II da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS; Endereço: Rodovia MS-306, km 95, Zona Rural, Caixa-postal: 112, CEP: 79560-000, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil; E-mail: rita.alvarez@ufms.br

3 MSc.; Engenheira Agrônoma; Professora Substituta da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS; Endereço: Rodovia MS-306, km 95, Zona Rural, Caixa-postal: 112, CEP: 79560-000, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil; E-mail: lu_contardi@hotmail.com

Abstract

The spatial distribution of plants is a resource to increase productivity. Typically higher populations, coupled with reduction of row spacing, have provided higher yields. This plant arrangement may culminate in higher dry matter accumulation on the soil, benefiting culture successor. The objective of this study was to evaluate the characteristics of plant, yield and dry matter accumulation of two maize hybrids (AG 9010 and Agrisure YG TL, both transgenic) in two spaces. The experiment was installed in February 2010 in the experimental area of the Federal University of *Mato Grosso do Sul*. It was composed by the combination of the two hybrids, sown in two row spacing (0.45 and 0.90 m) between lines, with a density of seven seeds per meter. The experimental design was a 2 x 2 factorial with eight replications, distributed in randomized blocks. It was evaluated characteristics of the corn plant, yield components, yield and dry matter of the whole plant. Higher grain yield and total dry matter production were obtained at a spacing of 0.45 m between plants. In the spacing of 0.90 m between rows, with lower plant population was obtained greater plant height, height of first ear, trunk diameter and index spikes. O hybrid Agrisure TL was also more productive and achieved greater dry mass than the hybrid AG 9010 YG.

Key words: *Zea mays*; plant population; straw; plant arrangement

Introdução

O milho é uma das culturas mais importantes no mundo e, embora o Brasil seja o terceiro maior produtor mundial, não se destaca da mesma forma quanto à produtividade. A produtividade no país é considerada baixa em comparação a outros países produtores. O fraco desempenho na produtividade está relacionado a diversos fatores, destacando-se a nutrição mineral, densidade populacional e arranjo de plantas (CRUZ et al., 2008). Entretanto, as perspectivas são promissoras na melhoria da produtividade média da cultura com o uso de híbridos melhorados e adoção de tecnologias modernas. Coelho et al. (2003) verificaram produtividades de 16,8 t ha⁻¹ em Minas Gerais e 24,7 t ha⁻¹ em Iowa, EUA.

Em países como França, Itália e Estados Unidos, a produtividade média de milho é superior a 8.000 kg ha⁻¹, enquanto no Brasil está em torno de 4.799 kg ha⁻¹, inferior à produtividade média mundial que, em 2011, foi de 4.978 kg ha⁻¹. No entanto, a produtividade brasileira tem crescido sistematicamente, passando de 3.330 kg/ha em 2004, para 4.427 kg ha⁻¹ em 2011 e 4.799 kg ha⁻¹ em 2012 (CONAB, 2012). Este aumento de produtividade se dá, em parte, pelo uso cada vez mais amplo, por parte dos agricultores, de híbridos melhorados e aperfeiçoamento para as condições de cultivo, com a adoção de tecnologias modernas, como correção do solo, adubação, controle eficiente de plantas daninhas e pragas, uso de máquinas mais eficientes e precisas para plantio, aplicação de agrotóxicos, etc.

A cultura do milho é muito difundida na região Centro-Oeste do Brasil, caracterizando-se como importante fonte de matéria prima para a região, principalmente para o setor de agroindústrias e nutrição animal (CRUZ et al., 2008). O milho safrinha é caracterizado pelo cultivo em sequeiro, com semeadura nos meses de janeiro a abril, após a cultura de verão, normalmente após a soja precoce (CRUZ et al., 2010). De acordo com o levantamento da Conab (2012), o milho safrinha contribuiu muito para a produção nacional atingindo, na safra 2011/2012 38,7 milhões de toneladas, correspondendo a 53,3% da safra total, que atingiu 72,6 milhões de toneladas de grãos. O milho safrinha é cultivado, segundo Cruz et al. (2010), basicamente nos estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Devido à cultura ser implantada no final da época normal, a mesma tem sua produtividade muito afetada pelas limitações de água, radiação solar e temperatura em estádios avançados de desenvolvimento.

Recentemente, estudos buscando a determinação de melhor arranjo espacial de plantas na cultura do milho têm sido discutidos com maior frequência, em função das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais e do surgimento de novos genótipos e técnicas de manejo para a cultura utilizando-se híbridos com elevado potencial produtivo (KAPPES et al., 2011). A associação entre o arranjo de plantas e o aumento da produtividade de grão tem sido verificada por diversos autores (DEMETRIO et al., 2008; LANA et al., 2009; CALONEGO et al., 2011).

Pesquisas recentes têm demonstrado que a redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho tem contribuído para o

aumento da produtividade (DEMETRIO et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2007; LANA et al., 2009; MODOLO et al., 2010), além disso, o uso de espaçamentos menores facilita as operações mecanizadas, uma vez que não necessita de ajustes na semeadora em áreas com rotação com soja e feijão. Também limita o desenvolvimento das plantas daninhas por permitir uma cobertura total da área mais rapidamente quando comparado aos espaçamentos mais amplos.

Avaliar as novas cultivares de milho, em diferentes espaçamentos entre linhas se torna importante uma vez que muitos dos novos genótipos são mais produtivos, possuem porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta, favorecendo a adoção de um arranjo de plantas com distribuição equidistante das mesmas na área, propiciando aumento de produtividade (ALVAREZ et al., 2006). A manipulação do espaçamento entre linhas constitui um importante fator na maximização do rendimento de grãos de milho promovendo um agrossistema mais favorável à expressão do potencial genotípico do híbrido utilizado, resultando em menor competição intraespecífica, como menor autossombreamento e reduzida competição por fatores como a água e o nitrogênio (LANA et al., 2009).

De modo geral, os resultados têm mostrado que a redução do espaçamento entre linhas é o que tem contribuído mais para o aumento da produtividade. Guareschi et al. (2008) verificaram que a produção de silagem de milho safrinha foi influenciada positivamente apenas com a redução do espaçamento de 0,90 para 0,45 m entre linhas, sem aumento da densidade de plantas. Demétrio et al. (2008) concluíram que menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial das

plantas de milho, aumentando a eficiência da interceptação da luz, e resultam muitas vezes em incremento de produtividade. A diminuição do espaçamento entre linhas no cultivo de milho de 80 para 40 cm, segundo Teixeira et al. (2007) proporcionou aumento do rendimento médio de grãos. Lana et al. (2009) verificaram que o milho semeado em espaçamento de 0,45 m apresentou redução na altura de planta e altura de inserção da espiga, mas apresentou produtividades superiores. Da mesma forma, Modolo et al. (2010) observaram que a redução no espaçamento entre linhas de 0,90 m para 0,45 m promoveu aumento do número de espigas por planta e o incremento na produtividade de grãos na cultura do milho, apesar de reduzir a altura de plantas e a inserção da primeira espiga.

Apesar do avanço da pesquisa na redução do espaçamento entre linhas mostrar que o aumento da produtividade quase sempre resulta em ganhos de produtividade, é necessário considerar alguns aspectos contrários ou desfavoráveis nesse processo. Gilo et al. (2011) verificaram que o espaçamento entre linhas não interferiu na produtividade dos híbridos. O milho semeado em espaçamento entre linhas de 0,90 m apresentou aumento para todos os componentes produtivos, exceto na altura da planta e produtividade. Calonego et al. (2011) também verificaram que o espaçamento de 0,90 m entre linhas proporcionou maior produtividade do milho híbrido AG 1051, influenciada pela maior produção de grãos por espiga. Silva et al. (2008) trabalharam com espaçamento de 50, 60 e 80 cm e verificaram as maiores produtividades com 60 cm e que os espaçamentos de 50 e 60 cm proporcionaram maiores severidades de doenças foliares nas plantas de milho.

Os resultados dos diferentes arranjos de plantas de milho também são dependentes da especificidade dos híbridos utilizados. Kappes et al. (2011) obtiveram melhor arranjo de plantas com população de 90 mil plantas ha⁻¹ e espaçamento de 0,45 m entre linhas para o híbrido AG 9010, melhor arranjo com 70 mil plantas ha⁻¹ tanto no espaçamento de 0,90 m como em 0,45 m entre linhas para o híbrido XB 7253 e não obtiveram resposta significativa para arranjos com os híbridos XB 6010, XB 6012 e XB 9003. Demetrio et al. (2008) obtiveram melhor arranjo de plantas para os híbridos simples P30K73 e P30F80, com espaçamento entre linhas de 0,40 m e densidades de 75 e 80 mil plantas ha⁻¹.

Atualmente, nos programas de melhoramento de milho, têm-se buscado genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, de 80 mil a 100 mil plantas por hectare, e sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos (DOURADO NETO et al., 2003). Dessa maneira, a combinação do espaçamento entre as linhas e o número de plantas por metro tem sido discutida com maior frequência pela maior ou pela menor adaptação da cultura ao ambiente, decorrente das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais, como forma de maximizar a produção de grãos pela otimização do uso de fatores de produção, como: água, luz e nutrientes disponíveis num agroecossistema (DOURADO NETO et al., 2003), melhor distribuição das raízes e redução das amplitudes térmicas na camada superficial do solo, nos estádios iniciais de desenvolvimento (SHARRAT; MCWILLIAMS, 2005).

O milho é uma das culturas mais estudadas e melhoradas em todo o mundo, atingindo produtividade próxima de seu

potencial máximo. Uma das formas de se aumentar a produtividade é trabalhar com diferentes arranjos de plantas, modificando as densidades de semeadura, o espaçamento entre linhas ou os dois concomitantemente, sem esquecer-se da busca dos melhores híbridos para o sistema planejado. Outro aspecto que deveria ser avaliado com mais ênfase pela pesquisa refere-se ao acúmulo de massa seca pelo milho sobre o solo nesses diferentes arranjos, uma vez que essa cultura normalmente está intrinsecamente ligada à rotação de culturas em sistemas convencionais ou de plantio direto, contribuindo, portanto, severamente, na conservação do solo e água. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de dois híbridos de milho sob influência de diferentes espaçamentos entre linhas, com ênfase nos componentes do rendimento, produtividade e massa seca de plantas.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no município de Chapadão do Sul - MS, em área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – *Campus* de Chapadão do Sul, localizada nas coordenadas 18° 46'17,8" de latitude Sul, 52° 37'27,7" de longitude Oeste e com altitude de 813 m. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico argiloso.

Os tratamentos consistiram na combinação de dois híbridos (AG 9010 YG e Agrisure TL, ambos transgênicos - Bt) e dois espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m), em esquema fatorial 2 x 2, distribuídos em blocos casualizados com oito repetições, totalizando 32 parcelas. Para o espaçamento de 0,90 m foram consideradas quatro linhas de 5 m de comprimento e, para o

espaçamento de 0,45 m, oito linhas de 5 metros de comprimento, totalizando, para ambos os casos, 18 m² de área útil da parcela.

O experimento foi instalado em safrinha, no mês de fevereiro de 2010, em área de plantio convencional. A semeadura foi realizada com uma semeadora de cinco linhas, após preparo do solo com uma aração e uma gradagem. Foram semeadas 7 sementes por metro para ambos os espaçamentos. A adubação foi realizada de acordo com resultados da análise de solos. Todo o restante de manejo da cultura foi feito de acordo com a necessidade e recomendações técnicas.

Na adubação de plantio, foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do formulado (NPK) 8-24-12 na linha de semeadura. Quando as plantas apresentaram 6 folhas totalmente desdobradas, aplicou-se 60 kg ha⁻¹ de N, via uréia, em linha.

Foram avaliadas seis características ligadas ao crescimento da planta e componentes de produção: (a) altura de plantas, (b) altura de inserção da primeira espiga, (c) diâmetro do caule, (d) índice de espigas, (e) população final de plantas e (f) produtividade e quatro características ligadas à produção de biomassa: (a) massa seca de raiz, (b) massa seca da parte aérea, (c) massa seca de palha e sabugos e (d) massa seca total.

Com as plantas no estágio R3 de desenvolvimento (FORNASIERI FILHO, 2007), ou seja, no estágio de grão leitoso, realizaram-se medições de altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do caule das plantas da área útil de cada parcela. A altura de planta consistiu na distância do solo até a extremidade do pendão. A altura de inserção da primeira espiga foi do solo até a base da primeira espiga e o diâmetro do caule foi medido com paquímetro no colo da planta.

Por ocasião da colheita foram determinados o índice de espigas, resultado da divisão do número de espigas encontrados na área útil, pelo número de plantas na mesma área; população final de plantas, obtida pela contagem de todas as plantas encontradas na área útil e a produtividade. Para determinar esse último, foram coletadas todas as espigas da área útil de cada parcela, e os resultados foram expressos em kg ha⁻¹, com a umidade corrigida para 13%.

Após a colheita das espigas, as plantas remanescentes foram colhidas, separadas em raiz e parte aérea e secas em estufa, para determinação de sua massa seca. As espigas colhidas tiveram sua palha e sabugo

separados e, depois, secos em estufa para a determinação da massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores espaçamento e híbridos em nenhuma das características avaliadas. Todas as características avaliadas apresentaram diferença estatística significativa, tanto para espaçamento como para híbridos (Tabela 1).

O maior espaçamento entre linhas propiciou um aumento na altura de plantas

Tabela 1 - Valores de F determinados pela análise de variância para altura de planta (ALTP), altura de inserção da primeira espiga (ALTE), diâmetro do caule (DC), índice de espiga (IE), população final de plantas (POP) e produtividade (PROD)

Causas de Variação	ALTP	ALTE	DC	IE	POP	PROD
Espaçamento (E)	25,77**	19,13**	5,89*	5,05*	90,26**	8,82**
Híbridos (H)	639,71**	155,74**	35,27**	17,06**	52,57**	7,97*
Interação (E x H)	2,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,87 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,3 ^{ns}
DMS	4,30	3,24	0,60	0,04	6483,96	324,50

Fonte: Lima, S. F. et al. (2013).

Nota: ns, *, ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

de 5,1%. Esses resultados concordam com Scheeren et al. (2004) e Lana et al. (2009) que verificaram, em espaçamentos de 0,45, 0,75 e 0,90 m entre linhas que, quanto maior o espaçamento, maior a altura de plantas. Modolo et al. (2010) também obtiveram maior altura de plantas no espaçamento de 0,90 m entre linhas, enquanto os menores valores para altura de plantas foram obtidos nos espaçamentos de 0,45 e 0,70 m entre

linhas. Silva et al. (2008), trabalhando espaçamentos de 0,50, 0,60 e 0,80 m entre linhas, obtiveram maior altura de plantas para o maior espaçamento. Esses resultados contrastaram com os obtidos por Alvarez et al. (2006) e Gilo et al. (2011) que verificaram redução na altura de plantas com o aumento do espaçamento. Por outro lado, Demétrio et al. (2008) estudando os espaçamentos de 0,40, 0,60 e 0,80 m entre linhas e Calonego

et al. (2011) estudando os espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entre linhas, não obtiveram resposta significativa para altura de plantas.

A explicação para esse comportamento parece estar ligada à competição por luz. O aumento do espaçamento entre linhas, com população fixa, favorece a competição por luz. Com isso ocorrem modificações no desenvolvimento das plantas, como maior alongação do colmo, folhas mais compridas e finas e perdas de raízes (ARGENTA et al., 2001). Já em espaçamentos reduzidos, há menor competição entre as plantas por fatores como luz, água e nutrientes em função da melhor distribuição das plantas na área. Assim ocorre melhor eficiência na interceptação da radiação da luz solar (SANGOI, 2000; ARGENTA et al., 2001).

Em relação aos híbridos, o Agrisure TL apresentou altura 28,5% superior ao híbrido AG 9010 YG e isto se relaciona mais às características de cada material utilizado. Gilo et al. (2011) utilizaram seis híbridos e os híbridos Pioneer 30F35, 2B688 e 2B7070 apresentaram os maiores valores, para altura, respectivamente.

A altura de inserção da primeira espiga também seguiu o mesmo comportamento para a altura de plantas. O maior espaçamento propiciou altura 9,9% superior para altura da primeira espiga e 31,1% superior para o híbrido Agrisure TL em relação ao híbrido AG 9010 YG. Lana et al. (2011) encontraram resultados semelhantes, enquanto Demétrio et al. (2008), Calonego et al. (2011) e Gilo et al. (2011) não verificaram resposta significativa para altura de inserção da primeira espiga com variação no espaçamento, apenas resposta entre híbridos, encontrada por Gilo et al. (2011). Modolo et al. (2010) verificaram maior altura de inserção da primeira espiga para os espaçamentos de 0,70 e 0,90 m entre linhas. Gross et al. (2006) ao avaliarem dois

espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m) e dois híbridos de milho, também encontraram maior altura de inserção da primeira espiga no espaçamento de 0,90 m. Tudo isso vem ao encontro da afirmação de Silva (2000) em que plantas mais altas resultam em maior altura de inserção da primeira espiga.

O diâmetro do caule foi 4,2% superior no maior espaçamento e contrário ao resultado obtido para altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga. Também foi 10,6% maior para o híbrido AG 9010 YG. Contrariamente, Calonego et al. (2011) verificaram um acréscimo de 5,8% no diâmetro de caule para o menor espaçamento, de 0,45 m entre linhas, quando comparado aos espaçamentos de 0,60 e 0,75 m entre linhas. Demétrio et al. (2008) encontraram que a redução do espaçamento entre linhas de 0,80 para 0,40 m não afetou o diâmetro do caule de plantas de milho, mas observaram variação entre os híbridos testados. Da mesma forma, Gilo et al. (2011) não verificaram alteração para o diâmetro de caule em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entre linhas, mas com resultados positivos para híbridos. Já Modolo et al. (2010) não encontraram resposta nem para híbridos, nem entre espaçamentos, testando quatro híbridos e os espaçamentos de 0,45, 0,70 e 0,90 m entre linhas de planta.

O índice de espiga foi 5,7% maior para o maior espaçamento e 10,6% maior para o híbrido AG 9010 YG. Esse resultado concorda com Calonego et al. (2011) que trabalharam com os mesmos espaçamentos entre linhas e obtiveram um acréscimo de 7,8% no índice de espigas para o maior espaçamento. Contrário a esses resultados, Modolo et al. (2010) encontraram maior número de espigas por planta para o menor espaçamento, mas não observaram resultado significativo para variação do número de

espigas para os diferentes híbridos estudados. Silva et al. (2008) não verificaram diferença estatística para o índice de espiga trabalhando com espaçamentos de 0,50, 0,60 e 0,80 m entre linhas.

A população final de plantas foi 52% maior para o menor espaçamento e 37,4% maior para o híbrido Agrisure TL. Apesar de o espaçamento maior, 0,90 m entre linhas, propiciar maior altura de plantas, maior altura de inserção da primeira espiga, maior diâmetro do caule e maior índice de espiga, a maior população final de plantas obtidas no espaçamento de 0,45 m entre linhas, foi suficiente para gerar maior produtividade, chegando a 7,7 sacos de 60 kg por hectare a mais para o menor espaçamento. Segundo Dourado Neto et al. (2001), pequenas alterações na densidade de plantio já são suficientes para provocar modificações relativamente grandes no rendimento de grãos. Calonego et al. (2011) verificaram maior produtividade de grãos de milho com o aumento da população de planta até 75 mil plantas por ha⁻¹.

A produtividade de grãos foi 14% superior para o menor espaçamento e 13,2% superior para o híbrido Agrisure TL.

Lana et al. (2009) e Modolo et al. (2010) também obtiveram maior produtividade com espaçamento de 0,45 m entre linhas de milho. Mesmo resultado foi obtido por Demétrio et al. (2008), só que com o espaçamento de 0,40 m entre linhas. Por outro lado, Silva et al. (2008) obtiveram maior produtividade com os espaçamentos de 0,60 e 0,80 m entre linhas, em detrimento do espaçamento de 0,50 m. Da mesma forma, Calonego et al. (2011) conseguiram 28,5 sacas de milho a mais no espaçamento de 0,90 m entre linhas, quando comparado ao espaçamento de 0,45 m. Já Gilo et al. (2011) não encontraram significância para produtividade de grãos de milho entre diferentes espaçamentos.

Os estudos de redução do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos de milho apresentam resultados bastante heterogêneos, como pode ser visto pelos resultados apresentados. Diversos fatores podem estar envolvidos para que isso ocorra, como tipo de híbrido, fertilidade do solo, população de plantas, clima da região, manejo da cultura, entre outros (Tabela 2). Estudos realizados por Strieder et al. (2007) demonstraram que o benefício da utilização de linhas mais próximas sobre o rendimento de grãos é altamente

Tabela 2 - Altura de planta (ALTP), altura de primeira espiga (ALTE), diâmetro do caule (DC), Índice de espiga (IE), população de plantas (POP) e Produtividade de grãos (PROD) de dois híbridos de milho submetidos a dois espaçamentos entre linhas

Fator	Nível	ALTP (cm)	ALTE (cm)	DC (mm)	IE	POP	PROD kg ha ⁻¹
Espaçamento	0,45	204,7 b	68,9 b	16,6 b	0,87 b	86528 a	3776 a
	0,90	215,2 a	75,7 a	17,3 a	0,92 a	56910 b	3312 b
Híbridos	AG 9010 YG	183,8 b	62,6 b	17,8 a	0,94 a	60417 b	3324 b
	Agrisure TL	236,1 a	82,0 a	16,1 b	0,85 b	83021 a	3764 a
CV (%)		2,76	6,31	4,85	6,21	12,08	11,92

Fonte: Lima, S. F. et al. (2013).

Nota: Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

dependente do genótipo, da densidade de plantas e das condições ambientais.

Em relação aos híbridos, o AG 9010 YG apresentou maiores resultados apenas para diâmetro de caule e índice de espigas. Por outro lado, o híbrido Agrisure TL apresentou maiores resultados para altura de planta, altura da primeira espiga e população de plantas, o que levou a um maior rendimento da cultura que atingiu uma produtividade de 7,3 sacos de grãos superior ao híbrido AG 9010 YG.

A massa seca de plantas constitui importante fator para o sistema plantio direto, principalmente para o cultivo safrinha porque, em áreas não irrigadas, a cultura sucessora já se enquadra no período de safra, no início da estação chuvosa, necessitando,

portanto, de uma excelente cobertura do solo para sua proteção e benefícios para a cultura. O milho, quando produz uma boa quantidade de massa seca, considerando sua relação C/N maior do que as leguminosas, pode ser um grande aliado ao produtor que deseja uma palhada com degradação mais lenta.

Na análise de variância, foram observados efeitos significativos para massa seca de raiz (MSR) somente no fator espaçamento, efeitos significativos para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de palha e sabugos (MSPS) e massa seca total (MST) para ambos os fatores, espaçamento e híbridos (Tabela 3).

A massa seca de raiz média representou 25,7% da massa seca total. A redução do espaçamento de 0,90 para 0,45 m propiciou

Tabela 3 - Valores de F determinados pela análise de variância para massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de palha e sabugo (MSPS) e massa seca total (MST)

Causas de Variação	MSR	MSPA	MSPS	MST
Espaçamento (E)	9,37**	25,68**	31,93**	26,03**
Híbridos (H)	0,15 ^{ns}	18,32**	5,53*	9,87**
Interação (E x H)	0,03 ^{ns}	1,94 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,29 ^{ns}
DMS	310,37	1964,9	87,94	791,24

Fonte: Lima, S. F. et al. (2013).

Nota: ns, *, ** não significativo, significativo a 5 % e a 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

um ganho de massa seca da raiz de 32,9%, enquanto que para híbridos, AG 9010 YG produziu apenas 4,2% a mais de massa seca comparada ao híbrido Agrisure TL, não diferindo estatisticamente. A massa seca de raiz é um componente pouco estudado, principalmente pela dificuldade que se encontra em avaliar esse material, entretanto, sua importância para o solo deve ser melhor esclarecida, uma vez que a quantidade residuária é consideravelmente alta.

A massa seca da parte aérea apresentou o mesmo comportamento que a massa seca de raiz, com uma produção 45,1% maior para o espaçamento de 0,45 m entre linhas. Já para os híbridos ocorreu uma inversão, tendo o híbrido Agrisure TL uma produção de massa seca 36,8% superior ao híbrido AG 9010 YG. Com população fixa de 70 mil plantas por ha⁻¹, Turco (2011) obteve um acréscimo na massa seca de milho, de 18,2% quando reduziu o espaçamento entre linhas de 0,80

para 0,40 m.

Outro componente que também deve ser avaliado com cuidado é a massa seca de palha + sabugo que, uma vez triturados e espalhados pela colhedora na área de cultivo, passam a constituir material de cobertura. Por outro lado, esse processo dificulta a amostragem e avaliação adequada em campo de produção pela pesquisa, necessitando de simulações para obtenção de dados. A MSPS média representou 31,5% da produção total de grãos. A produção de MSPS foi 24,0% superior no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 9,3% superior para o híbrido AG. Guareschi et al. (2008) encontraram um aumento de massa seca de espigas de 13,6%, com a redução do espaçamento de 0,90 para 0,45 m entre linhas de milho.

A massa seca total foi 43,6% superior no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 24,8% superior para o híbrido Agrisure TL. Guareschi et al. (2008), trabalhando com milho silagem, observaram aos 96 DAS que apenas a redução do espaçamento de 0,90 para 0,45 m entre linhas foi suficiente para aumentar a massa seca em 145%. Turco (2011) também verificou um aumento de 18,2% quando reduziu o espaçamento do milho silagem de 0,80 a 0,40 m entre linhas. Da mesma forma Molin (2000) afirma que

a redução entre fileiras de semeadura otimiza a eficiência de interceptação de luz pelo aumento do índice de área foliar, melhorando o aproveitamento de águas e sais minerais e resultando em aumento da massa fresca e seca do milho.

Quando se considera o fator espaçamento, fica claro que a população de plantas passa a ser o fator determinante para maior produtividade da cultura e também maior acúmulo de massa seca tanto na raiz como na parte aérea, culminando com maior massa seca total. De acordo com Maggio (2006), o incremento na produtividade do milho, em função do aumento na população de plantas, possui um comportamento linear, até atingir o chamado “ponto crítico”. Assim, o uso de espaçamento reduzido, 0,45 m entre linhas, que já leva a uma maior densidade de semeadura, foi mais favorável à produtividade e ao acúmulo de massa seca pelos dois híbridos estudados neste experimento.

Para o fator híbrido, o AG 9010 YG não conseguiu atingir a população do Agrisure TL e, portanto, este propiciou maior produtividade e acúmulo de massa seca, mas ressalta-se que a população foi, novamente, o fator determinante para se conseguir valores mais altos para essas características.

Tabela 4 - Massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de palha e sabugo (MSPS) e massa seca total (MST) de dois híbridos de milho submetidos a dois espaçamentos entre linhas

Fator	Nível	MSR (kg)	MSPA (kg)	MSPS (kg)	MST (kg)
Espaçamento	0,45	1622,41 a	4770,63 a	1234,37 a	6393,04 a
	0,90	1165,51 b	3286,63 b	995,45 b	4452,13 b
Híbridos	AG 9010 YG	1422,93 a	3401,95 b	1164,62 a	4824,87 b
	Agrisure TL	1364,99 a	4655,31 a	1065,20 b	6020,30 a
CV (%)		30,41	20,96	10,73	20,03

Fonte: Lima, S. F. et al. (2013).

Nota: Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Conclusões

O espaçamento de 0,45 m entre linhas, com maior população final de plantas, proporcionou maior produtividade de grãos, enquanto no espaçamento de 0,90 m entre linhas, com menor população final de plantas foi obtido maior altura de plantas, da altura de inserção da primeira espiga, do diâmetro

do caule e do índice de espigas.

Os híbridos responderam para população final de plantas, componentes de produção e produtividade de grãos de milho.

O maior acúmulo de massa seca na cultura do milho safrinha foi obtida com o menor espaçamento entre linhas de plantas e com o híbrido Agrisure TL.

Referências

ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes - densidades de semeadura e 47 espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 409-414, 2006.

ARGENTA, G., SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANIABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 71-78, 2001.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 101, mar. 2003. (Encarte técnico).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, décimo segundo levantamento, setembro/2012. Brasília, DF: Conab, 2012. 30 p.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da Brachiaria decumbens cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 05, p. 733-739, 2008.

CRUZ, J. C.; SILVA, G. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 177-188, 2010.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.; LOPES, P. P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: SEALQ, 2001. p. 120 - 125.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; ROCHA, A. C. Produção de massa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 468-475, 2008.

GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-matogrossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 908-914, 2011.

GROSS, M. R.; PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 387-393, 2006.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 4, n. 3, p. 348-359, 2011.

LANA, M. C.; WOYTICHOSKI JUNIOR, P. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 03, p. 433-438, 2009.

MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido "Tropical"**. 2006. Ano de obtenção: 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2006.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 03, p. 435-441, 2010.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. 72 p.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168. 2000.

SCHEEREN, B. R.; BAZONI, R.; BONO, J. A.; ARIAS, S. S.; OLIVEIRA, R.; SALOMÃO, L. Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, n.2, p. 55-60, 2004.

SHARRAT, B. S.; McWILLIAMNS, D. A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow row versus conventional row corn. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 1129-1135, 2005.

SILVA, A. G.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v.24, n.2, p. 89-96, 2008.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo do solo**. 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A.; ENDRIGO, P. C. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 634-642, 2007.

TEIXEIRA, M. C. C.; EMYGDIO, B. M.; RODRIGUES, O. **Desempenho de híbridos simples de milho cultivados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 7 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 47). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp47.htm>. Acesso em: 10 abr. 2013.

TURCO, G. M. S. **Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.