



RESPOSTA DE MILHO SAFRINHA EM CULTIVO SOLTEIRO OU CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis* À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, EM MATO GROSSO DO SUL

Carlos Hissao Kurihara¹, Gessi Ceccon¹, Leandro Tropaldi²

1. INTRODUÇÃO

A adoção do sistema plantio direto e a substituição do cultivo de trigo pelo milho no período de outono-inverno promoveram melhorias significativas na cobertura do solo, em função da maior deposição de biomassa vegetal na superfície. Contudo, trabalhos de pesquisa desenvolvidos pela *Embrapa Agropecuária Oeste* têm demonstrado que o aporte de palha pode ser incrementado de forma considerável, por meio da consorciação do milho com espécies forrageiras, especialmente a *Brachiaria ruziziensis*, que se distingue pelo rápido crescimento vegetativo, o que permite a cobertura do solo nos estádios iniciais da cultura de grãos, além da maior facilidade de dessecação (Ceccon, 2007). Em Mato Grosso do Sul, os fertilizantes participam com cerca de 15 a 20 % do custo de produção do milho safrinha (Richetti, 2007). Contudo, as recomendações técnicas existentes para a adubação desta cultura (Milho..., 1997) são defasadas em relação ao potencial produtivo e o sistema de produção adotado atualmente. Estas também podem ser aperfeiçoadas em relação à adequação às condições edafoclimáticas de Mato Grosso do Sul, visto que as mesmas foram embasadas em recomendações existentes no estado de São Paulo. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a resposta de milho safrinha, em cultivo solteiro ou consorciado com *B. ruziziensis*, à adubação nitrogenada e

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, caixa postal 661, Dourados, MS, CEP 79804-970, kurihara@cpao.embrapa.br e gessi@cpao.embrapa.br

² Estudante de graduação em agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Rod. MS 306, km 6, Cassilândia, MS, CEP 79540-000, tropaldi@ibest.com.br

potássica, em duas condições edafoclimáticas de Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em Naviraí e São Gabriel do Oeste, MS (Latossolo Vermelho distrófico típico, textura média), em áreas cultivadas no sistema plantio direto. Em ambos, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três sistemas de cultivo (milho solteiro; milho consorciado com *B. ruziziensis* semeado na entrelinha - EL; e milho consorciado com *B. ruziziensis* semeado na linha e na entrelinha - L+EL) nas parcelas, e cinco doses de nitrogênio ou potássio, aplicado na cultura do milho (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N ou K₂O), nas sub-parcelas, usando-se uréia e cloreto de potássio como fonte, respectivamente. Efetuou-se a semeadura de milho híbrido BRS 1040, em espaçamento de 0,80 m (São Gabriel do Oeste) e 0,90 m (Naviraí), nos dias 16 e 19 de março de 2009, respectivamente, com semeadora comercial, aplicando-se 42 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo. Para o plantio da forrageira, utilizou-se semeadora de parcelas, logo após o plantio de milho. A população inicial de plantas de milho e de braquiária foi de 55.000 plantas ha⁻¹ e 20 plantas m⁻¹, respectivamente. Não houve supressão de crescimento da forrageira com herbicida. No experimento sobre adubação nitrogenada, procedeu-se, em seguida, a aplicação manual, ao lado da linha de semeadura, de 20 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. No estágio de desenvolvimento entre 4 e 6 folhas, efetuou-se a adubação de cobertura com a quantidade de uréia necessária para complementar os tratamentos de doses de N. No experimento sobre adubação potássica, os tratamentos com K foram aplicados logo após a semeadura e a adubação básica com 60 kg ha⁻¹ de N foi parcelada conforme mencionado anteriormente. As sub-parcelas consistiram de quatro e cinco linhas de 5 m de comprimento, em São Gabriel do Oeste e Naviraí, respectivamente.

A caracterização física e química de amostras de solo coletadas nas áreas experimentais, conforme procedimentos descritos por Silva et al. (1999), são apresentadas na Tabela 1. Em Naviraí, no estágio de maturação fisiológica (02/09/2009), foram avaliados os componentes de rendimento (número de espigas planta⁻¹ e número de plantas m⁻¹), as características agrônômicas (massa seca de parte aérea e altura de plantas e de inserção de espigas) e o rendimento de grãos de milho. Em São Gabriel do Oeste, efetuou-se apenas a avaliação de rendimento de grãos de milho, em 16/09/2009. Em ambos os locais, também avaliou-se a massa seca de palha de *B. ruziziensis*, cortando-se, rente ao solo, uma amostra constituída por área correspondente à um metro linear e ao espaçamento entrelinhas do milho. Nesta amostra, determinou-se ainda o número de colmos e a altura de plantas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de médias

(Tukey, 5%), para a avaliação dos efeitos de formas de cultivo, e à análise de regressão polinomial, para estabelecimento de um modelo que melhor se ajuste à resposta da variável em estudo em função das doses de N ou K.

TABELA 1. Caracterização química¹ e física de amostras de solo coletadas em duas profundidades, nas áreas experimentais, em Naviraí e São Gabriel do Oeste, MS.

Prof.	pH H ₂ O	Al	Ca	Mg	K	P	V	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila
cm		---	cmol _c	dm ⁻³	---	mg kg ⁻¹	%	g kg ⁻¹	----	mg kg ⁻¹	----	g kg ⁻¹	
----- Naviraí, MS -----													
0 a 10	6,2	0,0	2,6	1,2	0,31	32,7	62	14,4	0,9	38,1	82,3	1,9	201
10 a 20	6,0	0,0	1,9	1,0	0,20	9,7	57	12,0	1,1	25,4	50,1	0,7	234
----- São Gabriel do Oeste, MS -----													
0 a 10	5,7	0,0	1,3	0,7	0,15	16,5	40	9,4	1,3	33,8	10,5	4,5	132
10 a 20	5,6	0,0	1,4	0,5	0,14	11,2	35	8,7	1,2	39,8	8,4	1,7	149

¹Al, Ca e Mg extraídos por KCl 1 M e P, K, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos por Mehlich 1 (HCl 0,05 M + H₂SO₄ 0,0125 M).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Naviraí, houve déficit hídrico acentuado nos dois primeiros meses (março e abril), seguido de um período de precipitação pluviométrica relativamente bem distribuído. Mesmo assim, o sistema de cultivo de milho influenciou todas as variáveis avaliadas, à exceção do número de espigas de milho por planta (Tabela 2). Em relação ao cultivo solteiro, a consorciação com *B. ruziziensis* na entrelinha reduziu significativamente a altura de plantas (no experimento de adubação nitrogenada) e de inserção de espigas, bem como a produção de massa seca de parte aérea. Como consequência, houve decréscimo significativo do rendimento de grãos quando o milho foi consorciado com a forrageira na entrelinha, sendo este efeito ainda mais pronunciado quando esta também foi semeada na linha.

Na média de todas as doses de N avaliadas, o plantio de *B. ruziziensis* na linha e na entrelinha do milho resultou em decréscimo significativo na altura de plantas da forrageira, em relação ao plantio desta apenas na entrelinha. Por outro lado, quando se considera todas as doses de K estudadas, verifica-se que o aumento da população de forrageira estava associada à um aumento de 24 % na altura desta (de 67 para 83 cm), não obstante o número de colmos tenha incrementado em ambos os experimentos.

TABELA 2. Componentes de rendimento e características agrônômicas de plantas de milho e de brachiaria e rendimento de grãos de milho, sob efeito de sistema de cultivo (solteiro, consorciado com brachiaria na linha + entrelinha ou consorciado com brachiaria na entrelinha), avaliados em dois experimentos conduzidos em Naviraí, MS.

Forma de cultivo	Plantas de milho ha ⁻¹	Espigas de milho planta ⁻¹	Altura de plantas de milho	Inserção de espigas (cm)	Rendimento o de grãos de milho	MS de plantas de milho	MS brachiaria	MS milho + brachiaria m ⁻²	Colmos de brachiaria	Altura de brachiaria
			----- cm -----	-----	-----	-----	kg ha ⁻¹ -----	-----	-----	----- cm -----
			-----	-----	Experimento de adubação nitrogenada	-----	-----	-----	-----	-----
Milho + brachiaria (L + EL)	43.704 b	0,95 a	153 c	61 b	2.871 c	3.130 c	4.111 a	7.241 a	203 a	80 b
Milho + brachiaria (EL)	47.593 ab	0,92 a	175 b	73 a	3.872 b	4.023 b	3.266 b	7.289 a	146 b	84 a
Milho solteiro	50.833 a	0,93 a	180 a	76 a	4.851 a	5.431 a		5.431 b		
C.V. (%)	13,3	6,0	3,3	6,7	10,8	12,4	9,4	7,8	16,7	7,4
					Experimento de adubação potássica	-----	-----	-----	-----	-----
Milho + brachiaria (L + EL)	46.019 a	0,96 a	163 b	63 c	3.699 c	3.591 c	5.220 a	8.811 a	244 a	83 a
Milho + brachiaria (EL)	49.630 a	0,93 a	179 a	72 b	4.637 b	4.590 b	1.507 b	6.097 b	94 b	67 b
Milho solteiro	49.630 a	0,92 a	179 a	76 a	5.049 a	5.380 a		5.380 c		
C.V. (%)	11,8	7,1	3,7	5,9	11,1	12,4	9,4	11,7	16,7	7,9

TABELA 3. Rendimento de grãos de milho e massa seca, número de colmos e altura de plantas brachiaria, sob efeito de sistema de cultivo (solteiro, consorciado com brachiaria na linha + entrelinha ou consorciado com brachiaria na entrelinha), avaliados em dois experimentos conduzidos em São Gabriel do Oeste, MS.

Forma de cultivo	Experimento de adubação nitrogenada			Experimento de adubação potássica				
	Rendimento de grãos de milho	MS brachiaria	Colmos de brachiaria m ⁻²	Altura de brachiaria	Rendimento de grãos de milho	MS brachiaria	Colmos de brachiaria m ⁻²	Altura de brachiaria
	----- kg ha ⁻¹	-----		-- cm --	----- kg ha ⁻¹	-----		-- cm --
Milho + brachiaria (L + EL)	0 c	4.992 a	369 a	34 b	0 c	8.387 a	508 a	46 a
Milho + brachiaria (EL)	1.168 b	3.929 b	266 b	38 a	954 b	5.130 b	291 b	40 b
Milho solteiro	1.605 a				2.561 a			
C.V. (%)	18,7	8,8	10,5	5,1	10,7	11,7	14,0	7,5

É interessante destacar ainda que, no experimento de adubação potássica, a produção de massa seca da forrageira, cultivada na entrelinha do milho, foi consideravelmente inferior à observada na média das doses de N. Em contrapartida, em condições de cultivo da forrageira na linha e na entrelinha do milho, a tendência se inverte. De qualquer forma, no sistema de cultivo consorciado, a produção total de massa seca (milho + braquiária) superou significativamente a massa seca das plantas de milho em cultivo solteiro.

No ano agrícola de 2009, a região de São Gabriel do Oeste caracterizou-se pela ocorrência de chuvas esparsas e escassas em praticamente todos os estádios de desenvolvimento da cultura do milho. Como resultado, as plantas apresentaram desenvolvimento bastante prejudicado, de forma que o rendimento de grãos foi consideravelmente inferior (Tabela 3) ao verificado em Naviraí. Nestas condições, a consorciação com a forrageira teve um efeito mais pronunciado na redução da produtividade, em relação ao cultivo solteiro, principalmente quando a braquiária foi semeada na linha e na entrelinha, onde as plantas de milho não apresentavam espigas. A produção de massa seca, o número de colmos e a altura de *B. ruziziensis* seguiu a mesma tendência registrada em Naviraí. Salienta-se, contudo, que em São Gabriel do Oeste, houve produção de forrageira em maior quantidade do que em Naviraí, sendo que isto estava associado à plantas de forrageira consideravelmente mais baixas e com número de colmos expressivamente maiores (Tabela 3).

Em relação ao efeito das doses de N e K aplicadas, obteve-se ajuste de modelo de regressão apenas para as variáveis rendimento de grãos e de massa seca de forrageira, somente em São Gabriel do Oeste (Figura 1). A adubação nitrogenada propiciou incrementos lineares em rendimentos de grãos de milho solteiro e na produção de parte aérea de braquiária cultivada na linha e na entrelinha. As doses de K, por sua vez, apresentaram efeitos favoráveis na consorciação de milho com braquiária na entrelinha, onde verificou-se aumentos na produtividade de grãos até a dose de 56 kg ha⁻¹ de K₂O, e aumentos lineares na produção de massa seca de forrageira. Na consorciação de milho com *B. ruziziensis* na linha e entrelinha, observou-se resposta quadrática da produção de forrageira, sendo que o valor máximo foi obtido com a aplicação de 49 kg ha⁻¹ de K₂O. Considerando-se que, em setembro de 2009, o preço de milho em São Gabriel do Oeste era de R\$ 13,00 sc⁻¹ (R\$ 0,217 kg⁻¹ de grãos) e o custo da tonelada de uréia era de R\$ 980,00 (R\$ 2,178 kg⁻¹ de N), constatou-se que os incrementos verificados no rendimento de grãos, como resposta ao N aplicado, foram insuficientes para cobrir o custo do fertilizante. Por outro lado, considerando-se o custo da tonelada do cloreto de potássio de R\$ 1.010,00 t⁻¹ (R\$ 1,683 kg⁻¹ K₂O), a dose de máxima eficiência econômica foi calculada em 42 kg ha⁻¹ de K₂O para o cultivo de milho com braquiária na entrelinha. Com esta dose de potássio, obtém-se uma produtividade de 1.180 kg ha⁻¹ de grãos e um lucro de R\$ 186,23 ha⁻¹,

considerando-se apenas a despesa com o fertilizante. Em Naviraí, onde os teores de potássio no solo eram elevados (0,31 e 0,20 cmol_c dm⁻³, nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente), não houve resposta à adubação.

Em Mato Grosso do Sul, a quantidade de potássio sugerida para a adubação da cultura do milho safrinha (Milho... 1997) consiste da aplicação de 30 a 50 kg ha⁻¹ de K₂O, dependendo do potencial produtivo da lavoura, para solos com 0,08 a 0,15 cmol_c dm⁻³ de K, como encontrado em São Gabriel do Oeste. Por meio de diagnóstico realizado em 64 lavouras de milho safrinha, distribuídas nas principais regiões produtoras de Mato Grosso do Sul, Ceccon (2007) verificou que as adubações são realizadas exclusivamente na semeadura, com doses entre 100 e 300 kg ha⁻¹ das fórmulas 08-20-20, 10-20-20 e 12-15-15, principalmente. Em suma, tem-se efetuado adubação entre 20 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Assim, verifica-se que a dose de K associada à máxima eficiência econômica, encontrada em São Gabriel do Oeste, neste ano agrícola, está em concordância com a quantidade estabelecida nas recomendações técnicas e com as quantidades normalmente aplicadas pelos agricultores da região.

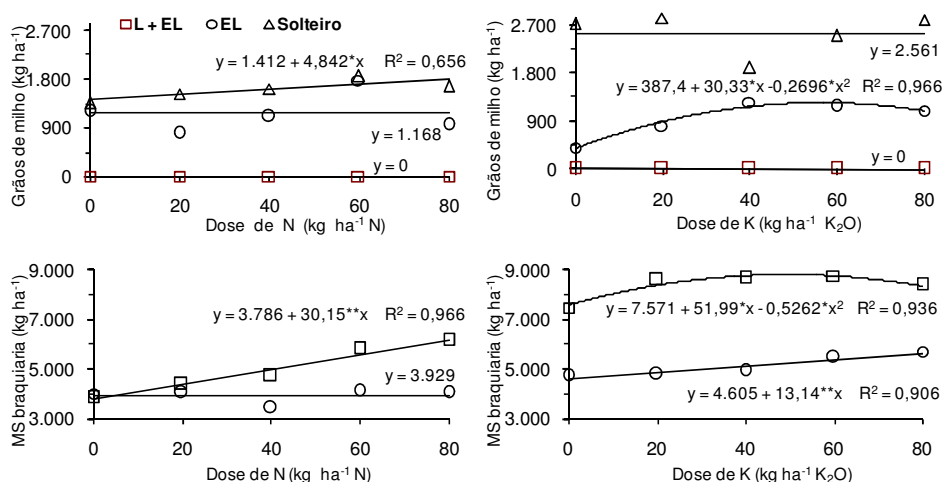


FIGURA 1. Rendimento de grãos de milho e massa seca de plantas de *B. ruziziensis* sob efeito de doses de nitrogênio e potássio e sistemas de cultivo (solteiro, consorciado com braquiária na linha + entrelinha – L+EL, ou consorciado com braquiária na entrelinha - EL), em São Gabriel do Oeste, MS.

4. CONCLUSÕES

Em relação ao cultivo solteiro, a consorciação com *B. ruziziensis* induziu redução

na população, altura de plantas e de inserção de espigas, bem como na produção de massa seca de parte aérea de milho, com conseqüente decréscimo do rendimento de grãos quando este foi consorciado com a forrageira na entrelinha, sendo este efeito ainda mais pronunciado quando esta foi semeada na linha e na entrelinha. No sistema de cultivo consorciado, a produção total de massa seca (milho + braquiária) superou significativamente a massa seca das plantas de milho em cultivo solteiro.

No experimento conduzido em São Gabriel do Oeste, a adubação nitrogenada aumentou linearmente o rendimento de grãos de milho solteiro, sendo que estes incrementos foram insuficientes para cobrir o custo do fertilizante. Na consorciação de milho com braquiária na entrelinha, a dose de máxima eficiência econômica de potássio foi calculada em 42 kg ha⁻¹ de K₂O. Em Naviraí, onde havia boa disponibilidade de potássio no solo, não houve resposta à adubação.

5. REFERÊNCIAS

CECCON, G. Cerrado: estado da arte na produção de palha com milho safrinha em consórcio com *Brachiaria*. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 17, n. 102, p. 3-7, nov. 2007.

MILHO: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 222 p. (EMBRAPA-CPAO. Circular técnica, 5).

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção do milho safrinha 2008, em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 10 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 139).

SILVA, F. C. da; EIRA, P. A. da; RAIJ, B. van; SILVA, C. A.; ABREU, C. A. de; GIANELLO, C.; PÉREZ, D. V.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; ABREU, M. F. de; BARRETO, W de O. Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. p. 75-169.