

EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E MANGANÊS NA PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO E NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO

NAND KUMAR FAGERIA, LUÍS FERNANDO STONE¹

INTRODUÇÃO: A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa posição de destaque no Brasil pela sua importância na alimentação da população. O feijoeiro é uma das principais culturas plantadas na entressafra em sistemas irrigados, nas regiões central e sudeste do Brasil. Os solos da região central ou de cerrado são ácidos e apresentam deficiência ou toxidez de alguns elementos, que limitam a produtividade agrícola. No entanto, com a correção da acidez é possível transformá-los, em solos férteis, ou seja, capazes de proporcionar produtividades elevadas. A calagem ainda é uma das práticas mais baratas e efetivas na correção da acidez do solo. A deficiência de manganês é frequentemente observada em culturas anuais nos solos de cerrado e está relacionada com quando são utilizadas doses elevadas de calcário na correção da acidez. Porém, não existem dados de pesquisa que tenham determinado a influência de altos doses de calcário e manganês na produtividade do feijão e nos atributos químicos destes solos sob plantio direto. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de calcário e Mn na produtividade do feijão e nos atributos químicos do solo sob plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado durante três anos consecutivos num Latossolo Vermelho distrófico típico (Oxissolo) na Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Os resultados da análise químicas e granulométrica das amostras do solo da área experimental, coletadas nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm antes da instalação do experimento foram: pH 5,6; Ca 1,6 cmol_c kg⁻¹; Mg 1,1 cmol_c kg⁻¹; Al 0,1 cmol_c kg⁻¹; P 17,6 mg kg⁻¹; K 91 mg kg⁻¹; Cu 2,3 mg kg⁻¹; Zn 7,5 mg kg⁻¹; Fe 99 mg kg⁻¹; Mn 15 mg kg⁻¹ (Mehlich 1); Mn 7 mg kg⁻¹ (DTPA); matéria orgânica 18,5 g kg⁻¹; argila 460 g kg⁻¹; silte 208 g kg⁻¹ e areia 332 g kg⁻¹. As doses de calcário utilizadas foram 0, 12 e 24 Mg ha⁻¹, aplicadas e incorporadas no solo com grade, cinco meses antes da semeadura do primeiro cultivo de feijão de inverno (última semana de maio a primeira semana de setembro). Estas doses foram escolhidas com base no trabalho de Fageria (2001) que determinou que a produtividade máxima do feijão foi obtida com a aplicação de 10 t/ha de calcário, quando o teor de argila no solo de cerrado estava em torno de 330 g kg⁻¹. As doses de Mn aplicadas na época da semeadura do primeiro cultivo, a lanço e incorporadas, foram 0, 10, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹, na forma de sulfato de manganês. O feijão foi cultivado no inverno com irrigação por pivô central, durante três anos consecutivos, sendo que nos dois últimos anos, foi utilizado o plantio direto. Aplicaram-se 20 kg N ha⁻¹ (uréia), 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato triplo) e 60 kg K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio) por ocasião da semeadura. Foram aplicados 50 kg de N ha⁻¹ (uréia) em cobertura aos 27 e 41 dias após o plantio.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Arroz e Feijão. Rod. Goiânia a Nova Veneza, Km 12, 75375-000 Santa Antônio de Goiás-GO. fageria@cnpaf.embrapa.br

A mesma adubação básica foi repetida nos anos subseqüentes. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com doses de calcário nas parcelas principais e doses de manganês nas subparcelas. Os tratamentos foram repetidos três vezes. A cultivar utilizada foi a Pérola, nos três cultivos. O espaçamento foi de 40 cm entre fileiras, com 19 sementes m⁻¹. O tamanho da parcela foi de 42 x 42 m, e de 7 x 7 m, a subparcela. Colheram-se as sete fileiras centrais com 4 m cada uma para determinação da produtividade do feijão. Após a colheita coletaram-se para análise química, 50 subamostras de solo em cada parcela, a 0-10 e 10-20 cm de profundidade para formar uma amostra composta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram ajustadas equações de regressão entre os atributos químicos do solo e a produtividade de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A interação entre anos de cultivos e calcário não foi significativa em relação à produtividade de grãos, portanto, apenas os dados médios dos três cultivos foram apresentados (Tabela 1). A aplicação de 12 Mg ha⁻¹ de calcário aumentou a produtividade de grãos em 39% em relação à testemunha. Não houve diferença significativa entre as doses de calcário de 12 e 24 Mg ha⁻¹. Não houve efeito significativo na produtividade de grãos com a aplicação de Mn em virtude de seu alto teor no solo na época da semeadura.

Tabela 1. Produtividade de grãos do feijoeiro em razão de doses de calcário e manganês num solo de cerrado.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) ¹
0	2310b
12	3210a
24	3223a
Mn (kg ha ⁻¹)	
0	2933
10	2959
20	2880
40	2890
80	2916
160	2909
Teste F	
Cultivo (C)	**
Calcário (CA)	**
Manganês (Mn)	NS
C X CA	NS
C X Mn	NS
CA X Mn	NS
C X CA X Mn	NS
CV (%)	12

¹ Médias de três cultivos seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. **Significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}Não significativo.

Houve alterações significativas nos atributos químicos do solo com a aplicação de calcário, tanto na camada superficial (0-10 cm) como na subsuperficial (10-20 cm) (Tabela 2). Porém, os valores foram maiores na camada superficial, com exceção de H+Al, saturação por acidez e CEC. Foram correlacionadas os atributos do solo com a produtividade do feijão para estabelecer os valores para produtividade máxima no sistema plantio direto (Tabela 3).

Tabela 2. Atributos químicos do solo após a colheita do feijão nos diferentes tratamentos de calcário. Os valores são média de três cultivos¹.

Propriedades do solo	Doses de calcário (Mg ha ⁻¹)			Teste F	CV (%)
	0	12	24		
(0-10 cm de profundidade)					
pH	5,4c	6,7b	7,1a	**	2
Saturação por base (%)	27,9c	70,5b	84,3a	**	21
H+Al (cmol _c kg ⁻¹)	7,0a	2,3b	1,2c	**	19
Saturação por acidez (%)	7,2a	2,1b	1,6c	**	25
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	1,9c	3,9b	4,7a	**	10
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0,5b	1,4a	1,4a	**	13
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	9,7a	7,9b	7,5b	**	8
(10-20 cm de profundidade)					
pH	5,3c	6,1b	6,5a	**	2
Saturação por base (%)	24,6c	49,5b	62,8a	**	21
H+Al (cmol _c kg ⁻¹)	7,1a	4,4b	3,1c	**	14
Saturação por acidez (%)	7,6a	5,2b	3,7c	**	7
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	1,7c	2,9b	3,8a	**	15
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0,4c	1,1b	1,3a	**	15
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	9,4a	8,7ab	8,4b	**	11

⁽¹⁾Médias de três cultivos seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Significativo a 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES: A aplicação de calcário até a dose de 12 Mg ha⁻¹ aumenta a produtividade de feijão em solo argiloso de cerrado sob plantio direto. Com a aplicação de altas doses de calcário, a produtividade de feijão não é afetada pela aplicação de manganês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1419-1424, 2001.

Tabela 3. Relação entre atributos químicos do solo (X) e produtividade de grãos de feijão (Y). Os valores são médias de três anos de experimentação.

Propriedades do solo	Equação de regressão	R ²	Valor para produtividade máxima
0-10 cm de profundidade			
pH	$Y = -16505,6500 + 5701,8910X - 411,7471X^2$	0,7707**	6,9
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 870,7326 + 949,5035X - 93,5586X^2$	0,7482**	5,1
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 1411,6360 + 1994,4450X - 508,1668X^2$	0,7576**	2,0
H+Al (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 3481,6570 - 161,5234X$	0,7157**	2,3
Saturação por acidez (%)	$Y = 3151,1030 + 10,2097X - 0,2992X^2$	0,7618**	17,1
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 5611,9610 - 321,8579X$	0,5155**	7,9
Saturação por base (%)	$Y = 1291,8690 + 51,7097X - 0,3381X$	0,6912**	76,5
Saturação por Ca (%)	$Y = 1310,9370 + 71,1625X - 0,6428X^2$	0,6885**	55,3
Saturação por Mg (%)	$Y = 1662,1810 + 160,3102X - 3,9793X^2$	0,7069**	20,1
Saturação por K (%)	$Y = 6452,6020 - 3331,6020X + 733,4293X^2$	0,2636**	2,7
Relação Ca/Mg	$Y = 4230,3940 - 394,1638X$	0,1945**	3,0
Relação Ca/K	$Y = 628,9042 + 263,8404X - 6,6107X^2$	0,7079**	20,0
Relação Mg/K	$Y = 1154,1320 + 646,0589X - 50,2055X^2$	0,7041**	6,4
10-20 cm de profundidade			
pH	$Y = -19136,2900 + 6757,0530X - 508,9941X^2$	0,7240**	6,6
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 810,8734 + 1167,2710X - 134,8671X^2$	0,6388**	4,3
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 1597,2870 + 2011,1580X - 575,2992X^2$	0,6675**	1,7
H+Al (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 4035,7690 - 229,8573X$	0,8130**	4,4
Saturação por acidez (%)	$Y = 2665,2470 + 36,9821X - 0,5444X^2$	0,7618**	33,9
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 5191,3940 - 258,3238X$	0,2125**	8,7
Saturação por base (%)	$Y = 1278,6640 + 61,3791X - 0,4595X^2$	0,6179**	66,8
Saturação por Ca (%)	$Y = 1147,3390 + 94,1752X - 1,0160X^2$	0,6096**	46,3
Saturação por Mg (%)	$Y = 1769,6000 + 161,9928X - 4,0569X^2$	0,6492**	20,0
Saturação por K (%)	$Y = 5181,0600 - 3347,3620 + 1169,0240X^2$	0,1526**	1,6
Relação Ca/Mg	$Y = 4530,1170 - 501,1670X$	0,5505**	2,6
Relação Ca/K	$Y = 984,9807 + 153,7675X - 2,5436X^2$	0,5271**	30,2
Relação Mg/K	$Y = 1310,1160 + 438,3815X - 24,9743X^2$	0,6616**	8,8
Média de 0-10 e 10-20 cm de profundidade			
pH	$Y = -18365,4000 + 6383,7870X - 471,2341X^2$	0,7644**	6,8
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 800,9136 + 1068,0920X - 113,8684X^2$	0,7138**	4,7
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 1556,4910 + 1807,4060X - 421,8893X^2$	0,7277**	2,1
H+Al (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 3724,1220 - 193,0056X$	0,7056**	3,4
Saturação por acidez (%)	$Y = 2984,1870 + 20,9478X - 0,4034X^2$	0,7503**	25,9
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	$Y = 5827,3090 - 338,8642X$	0,4121**	8,3
Saturação por base (%)	$Y = 1266,4190 + 56,8195X - 0,4003X^2$	0,6652**	70,9
Saturação por Ca (%)	$Y = 1220,7300 + 81,9661X - 0,8106X^2$	0,6608**	50,6
Saturação por Mg (%)	$Y = 1721,3700 + 157,0069X - 3,8148X^2$	0,6885**	20,6
Saturação por K (%)	$Y = 9479,6660 - 7171,9450X + 1862,8360X^2$	0,3737**	2,2
Relação Ca/Mg	$Y = 4793,5800 - 573,3311X$	0,4610**	2,8
Relação Ca/K	$Y = 338,0114 + 264,9237X - 5,9895X^2$	0,6936**	22,1
Relação Mg/K	$Y = 1354,9580 + 460,6565X - 28,0475X^2$	0,6798**	8,2

⁽¹⁾Os valores para produtividade máxima foram calculados com base nas equações de regressão, em que R² foi significativo e, nos casos em que R² não foi significativo e o valor de β₁ foi negativo ou a equação foi linear, o valor médio do tratamento de 12 Mg calcário ha⁻¹ foi considerado por causa da produtividade máxima do feijão ter sido obtida com esta dose. **, *Significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste de Tukey.