

ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA, LAMA CAL E LODO DE ESGOTO EM PLANTIO DIRETO.

Mauricio Gomes de Mattos Peres, Elisa Eni Freitag Leonardo Theodoro Büll, Carlos Alexandre C. Crusiol; Juliano Corulli Corrêa, Rafael Marcelino. Agronomia - Engenharia Agrônoma - Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo - Faculdade de Ciências Agrárias UNESP – Campus Botucatu.

A utilização de resíduos como escória de aciaria, lama cal e lodo de esgoto na agricultura vêm crescendo a cada ano por proporcionar melhorias, não só, nas propriedades químicas, mas também físicas e biológicas do solo, tornando esta prática uma forma racional e econômica de disposição destes, tendo ainda como vantagem, retorno financeiro devido à maior produtividade das culturas.

O objetivo do trabalho foi avaliar as alterações químicas ocorridas em função da aplicação de escória de aciaria, lama cal e lodos de esgoto, em superfície sob sistema de plantio direto, após três anos de reação no solo.

O trabalho foi a campo, no período de 2002 a 2005, na FCA/UNESP, Campus de Botucatu, localizada na latitude de 22°51'S e longitude de 48°26'W, altitude de 740 m e classificação climática Cwb segundo Köppen.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 1999), sendo que as características químicas iniciais do solo estão apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4+1, com quatro repetições.

Os tratamentos foram constituídos por quatro resíduos (Tabela 2) sendo dois urbanos, lodo de esgoto centrifugado (LSJ) e lodo de esgoto de biodigestor (LB) e dois industriais, a escória de aciaria (E) e a lama cal (LCal), interagindo com quatro doses, 0, 2, 4 e 8 t ha⁻¹, e uma testemunha, correspondendo à aplicação de calcário na dose recomendada, todos aplicados em superfície em 2002.

Tabela 1. Análise química do solo antes da aplicação dos tratamentos (implantação do experimento em 2002).

Profundidade	pH	M.O.	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	Ca Cl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³	-----			%
0 – 5	4,0	16	6	38	0,6	12	6	19	57	33
5 – 10	4,0	18	6	45	1,0	19	9	29	74	39
10 – 20	4,2	15	5	45	0,7	13	5	19	64	30
20 – 40	3,9	10	4	42	0,6	12	3	16	58	27

Tabela 2. Análise química dos resíduos LSJ, LB, LCal e E

Resíduo	Umidade	M.O.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	Fe
			% de matéria seca					---mg kg matéria seca ⁻¹ ----	
LSJ ¹	5	26	2,5	2,0	0,3	28	0,4	640	1600
LB ²	29	50	4,0	4,9	0,2	2	0,4	500	36750
Lcal ³	29	3	0,4	0,2	0,1	37	0,6	20400	1096
E ⁴	2	1	0,3	1,4	0,1	23	2,1	600	229000

Tabela 3. Alterações química ocorridas no solo, nas profundidades de 0 – 5 e 5 - 10 cm, após 36 meses da aplicação dos resíduos LSJ, LB, LCal e E e de calcário em cobertura sob sistema de semeadura direta.

Resíduo	Dose t ha ⁻¹	pH Ca Cl ₂	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
Profundidade 0 - 5 cm											
LSJ	0	5,4	28,5	23,8	26,8	2,7	37,0	16,3	56,0	82,5	64
	2	5,6	27,5ab	23,5	23,0	2,5	35,5	13,8	51,5	74,5	70
	4	5,4	25,8	49,5	26,3	1,9ab	55,5	9,0	66,5	93,0	60
	8	5,6	25,0	46,0a	27,3	1,6	67,8	9,3b	78,5	105,8	61
Média		5,5	26,7	35,7	25,8	2,2	48,9	12,1	63,1	88,9	64
Regressão		n s	n s	ns	n s	L*	ns	L*	ns	n s	n s
LB	0	5,4	28,5	23,8	26,8	2,7	37,0	16,3	56,0	82,5	64
	2	5,3	29,3a	22,8	26,8	2,0	31,5	10,5	44,0	71,0	61
	4	5,5	25,3	23,8	29,5	2,8a	24,3	12,5	39,5	69,3	56
	8	5,1	26,6	32,3ab	34,5	2,1	28,5	9,8ab	40,3	74,8	53
Média		5,2	27,4	25,6	29,4	2,4	30,3	12,3	44,9	74,4	59
Regressão		n s	n s	ns	n s	n s	ns	n s	ns	n s	n s
LCal	0	5,4	28,5	23,8	26,8	2,7	37,0	16,3	56,0	82,5	64
	2	5,5	23,5ab	16,5	26,5	2,1	41,8	9,8	53,3	80,0	62
	4	5,0	24,0	37,8	38,0	1,4b	35,0	7,0	43,0	81,3	44
	8	5,3	23,5	15,8b	32,0	1,6	44,0	7,3b	52,5	84,5	53
Média		5,3	24,9	23,4	30,8	2,0	39,4	10,1	51,2	82,1	56
Regressão		n s	n s	ns	n s	L*	ns	L*	ns	n s	n s
E	0	5,4	28,5	23,8	26,8	2,7	37,0	16,3	56,0	82,5	64
	2	5,0	22,5b	24,5	31,5	1,8	35,0	13,5	50,3	81,5	56
	4	5,0	22,5	33,3	33,5	2,0ab	25,0	9,8	36,8	70,0	50
	8	6,0	22,0	31,8ab	18,3	2,3	59,0	16,5a	78,0	96,3	76
Média		5,4	23,9	28,3	27,5	2,4	39,0	14,0	55,3	82,7	62
Regressão		n s	n s	ns	n s	n s	ns	Q*	ns	n s	n s
Calcário		5,1	23,7	19,8	32,1	2,0	29,6	9,8	41,0	73,5	56
Profundidade 5 - 10 cm											
LSJ	0	5,0	24,0	23,8	31,8	1,7	27,3	9,3	38,3	70,0	53
	2	4,9	21,0	24,5	31,8	1,5	23,3	9,5	34,3	66,0	52
	4	5,3	22,8	20,8	31,5	1,3	36,5	7,3	45,3	76,5	52
	8	5,1ab	19,8	31,0	35,5ab	1,3ab	40,8ab	6,3b	48,0ab	83,8	47ab
Média		5,0	24,0	23,8	31,8	1,7	27,3	9,3	41,4	70,0	53
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
LB	0	5,0	24,0	23,8	31,8	1,7	27,3	9,3	38,3	70,0	53
	2	5,1	21,0	19,3	29,0	1,3	28,3	7,3	36,5	65,8	55
	4	4,8	23,0	20,3	33,0	1,7	21,5	9,8	32,8	65,8	50
	8	4,4b	20,0	30,5	46,0a	1,2b	14,8b	5,3b	21,8b	67,5	33b
Média		4,8	22,0	23,4	34,9	1,5	22,9	7,9	32,3	67,3	48
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
LCal	0	5,0	24,0	23,8	31,8	1,7	27,3	9,3	38,3	70,0	53
	2	5,1	19,5	17,0	31,3	1,5	30,0	7,0	38,5	70,0	50
	4	5,6	23,3	15,8	27,8	1,3	46,3	6,5	51,5	79,3	58
	8	4,8ab	23,5	19,0	34,8ab	1,7ab	26,3ab	7,8ab	35,5ab	70,8	50ab
Média		5,1	22,6	20,9	31,4	1,5	31,7	7,6	40,9	72,5	53
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
E	0	5,0	24,0	23,8	31,8	1,7	27,3	9,3	38,3	70,0	53
	2	4,9	20,8	26,3	33,0	1,5	25,8	6,8	34,3	67,5	51
	4	4,6	20,3	23,8	36,0	1,3	20,0	8,8	30,5	66,5	45
	8	5,7a	23,5	36,3	22,0b	2,0a	50,8a	11,5a	64,3a	86,0	72a
Média		5,1	22,1	25,5	30,7	1,6	30,9	9,1	41,8	72,5	55
Regressão		n s	Q*	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
Calcário		4,4	19,0	14,2	41,2	1,4	15,7	6,7	42,0	65,0	37

Tabela 4. Alterações química ocorridas no solo, nas profundidades de 10 – 20 e 20 - 40 cm, após 36 meses da aplicação dos resíduos LSJ, LB, LCal e E e de calcário em cobertura sob sistema de semeadura direta.

Resíduo	Dose t ha ⁻¹	pH Ca Cl ₂	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca	Mg mmolc. dm ⁻³	SB	CTC	V %
Profundidade 10 - 20 cm											
LSJ	0	4,5	20,0	14,8	38,5	1,4	16,0	7,8	24,8	63,8	39
	2	4,4	17,3	19,3	41,5	1,1	13,5	8,3	23,0	64,3	36
	4	4,5	17,8	21,0	37,5	1,1	16,3	5,8b	22,8	60,5	38
	8	5,6a	20,5	16,3ab	30,0b	1,3	92,3a	5,5	99,0a	129,5a	58a
Média		4,8	18,7	17,8	36,9	1,2	34,5	6,8	42,4	79,5	43
Regressão		L*	n s	n s	n s	n s	L**	n s	L**	L**	n s
LB	0	4,5	19,3	14,8	38,5	1,4	16,0	7,8	24,8	63,8	39
	2	4,4	20,5	21,8	42,5	1,2	15,8	6,5	23,3	65,5	35
	4	4,6	18,0	18,8	38,8	1,1	19,3	6,8b	27,0	65,8	41
	8	4,3b	17,0	13,5ab	49,5a	1,1	11,0b	5,0	17,0b	67,0b	27b
Média		4,4	18,7	17,2	42,3	1,2	15,5	6,5	23,3	65,5	36
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	ns	n s	n s
LCal	0	4,5	19,3	14,8	38,5	1,4	16,0	7,8	24,8	63,8	39
	2	5,2	20,8	12,8	31,8	1,2	33,3	7,0	41,5	73,3	53
	4	4,9	18,3	12,3	33,8	1,1	22,8	5,8b	29,5	63,0	46
	8	4,2b	17,3	8,0b	46,8a	1,1	12,5b	4,5	17,5b	64,8b	27b
Média		4,7	18,9	11,9	37,7	1,2	21,1	6,3	28,4	66,2	41
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	ns	n s	n s
E	0	4,5	19,3	14,8	38,5	1,4	16,0	7,8	24,8	63,8	39
	2	5,2	18,8	15,8	33,3	1,3	53,3	7,0	61,8	95,3	52
	4	5,2	22,8	17,0	30,3	1,5	42,3	34,0a	78,0	108,3	58
	8	5,2a	20,0	23,3	28,8b	1,2	34,0	8,3	43,3ab	72,3b	58a
Média		5,0	20,2	17,7	32,7	1,4	36,4	14,3	51,9	84,9	51
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	Q**	ns	n s	n s
Calcário		4,8	20,1	25,2	38,0	1,2	33,1	7,7	41,8	80,0	46
Profundidade 20 - 40 cm											
LSJ	0	4,3	17,0	6,8	43,8	1,0	10,5	7,3	18,8	62,3	31
	2	4,6	18,0	10,5	35,8	1,3	16,0	7,3	24,3	63,0	37
	4	4,3b	15,8	5,8	41,8	1,0	10,5	5,8b	17,0b	58,8	30
	8	5,4a	19,5	17,8	25,5b	1,3	41,5a	7,8	50,3a	76,0a	64a
Média		4,6	17,7	9,7	37,4	1,1	19,6	7,0	27,6	65,0	40
Regressão		L**	n s	n s	L**	n s	Q*	n s	Q*	Q*	L**
LB	0	4,3	17,0	6,8	43,8	1,0	10,5	7,3	18,8	62,3	31
	2	4,4	17,0	9,3	41,8	0,9	13,8	6,0	20,5	62,3	33
	4	4,6ab	18,8	13,3	36,8	0,9	15,5	8,0ab	24,0ab	61,3	40
	8	4,2b	18,8	12,3	51,8a	0,9	10,5b	5,5	19,8b	69,0ab	25b
Média		4,4	17,9	10,4	43,5	0,9	12,7	6,7	20,1	63,7	32
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
LCal	0	4,3	17,0	6,8	43,8	1,0	10,5	7,3	18,8	62,3	31
	2	4,4	16,0	7,0	40,8	1,0	13,5	6,0	20,8	61,3	35
	4	5,0a	20,0	11,0	32,0	1,2	25,3	7,3ab	33,8a	63,8	49
	8	4,4b	19,	6,3	47,3a	1,1	12,0b	6,3	19,8b	66,8ab	29,8b
Média		4,5	18,0	7,8	40,9	1,1	15,3	6,7	23,3	64,0	36,0
Regressão		ns	n s	n s	Q*	n s	n s	n s	n s	n s	n s
E	0	4,3	17,0	6,8	43,8	1,0	10,5	7,3	18,8	62,3	30,8
	2	4,7	14,0	7,5	35,8	0,9	18,0	7,3	26,5	61,8	41,8
	4	4,5ab	18,0	10,0	37,8	0,9	14,0	10,3a	24,8ab	62,8	39,3
	8	4,7b	17,8	12,5	38,8ab	0,9	17,8b	7,5	26,3b	64,5b	41,5b
Média		4,6	16,7	9,2	39,0	0,9	15,5	8,1	24,1	62,8	38,3
Regressão		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s
Calcário		4,5	18,5	10,3	44,0	1,0	19,1	4,9	24,7	69,0	35,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de LSD a 5%.; L, Q e ns representam a análise de regressão para comportamento Linear, Quadrático e efeito não significativo a 5 % (*) e 1 % (*) de probabilidade, respectivamente.

Conclui-se que os resíduos LSJ, LCal e E podem ser utilizados como materiais alternativos para a neutralização da acidez do solo em substituição ao calcário, por favorecem as reações do solo para pH, CTC e V%, além de aumentar os teores do P, Ca e Mg, e em menor proporção para LB, que é fonte de M.O.

Os maiores efeitos sobre as variáveis avaliadas foram observados nas doses de 4 e 8 t ha⁻¹ dos resíduos Avaliados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412 p.