

NECESSIDADE DE MONITORAMENTO DA LIXIVIAÇÃO DO CÁLCIO, DE CALCÁRIO APLICADO NA SUPERFÍCIE, EM PASTAGENS MANEJADAS INTENSIVAMENTE, COMO SUPORTE À AGROPECUÁRIA DE PRECISÃO

Primavesi, O.;¹ Primavesi, A. C.¹

(1) EMBRAPA – CPPSE, C.P. 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP,
{anacan,odo}@cppse.embrapa.br
Projetos EMBRAPA: 11.0.95.661-01 e 02, e FAPESP: 95/6495-1

ABSTRACT

The calcium leaching intensity of superficial applied limestone was evaluated from a comparative survey of the chemical characteristics of intensive Brachiaria decumbens and Panicum maximum managed pastures, on a sandy Red-Yellow Latosol. The exchangeable calcium content could increase rapidly in the soil profile with intensive management of superficial organic material and mineral nutrients. It is intensively lost in the profile (>2 m) without the adequate maintenance of more stable organic material, like grasses.

Key words: limestone, calcium, pasture soils, surface application, leaching

RESUMO

Foi realizado o levantamento comparativo das características químicas de áreas de pastagens de Brachiaria decumbens e Panicum maximum manejados intensivamente, recebendo calcário superficialmente, para verificar a intensidade de movimentação do cálcio no perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo arenoso. Verificou-se que o teor de Ca trocável pode aumentar rapidamente em profundidade, quando há manejo intensivo de material orgânico e nutrientes minerais. É perdido mais intensamente através do perfil do solo, quando não há a manutenção do teor adequado de material orgânico mais estável, como de gramíneas.

Palavras-chave: calcário, cálcio, aplicação superficial, solos de pastagem, lixiviação

1. Introdução

A necessidade de garantir a sustentabilidade das características ambientais e seu potencial de

produção de biomassa vegetal e animal, e o uso racional de insumos (qualidade total), para estabelecer sistemas intensivos de produção agros-

silvopastoril de forma sustentável, competitiva, a partir da qualidade ambiental, exige caracterização e controle mais rigoroso e amplo dos sistemas de produção de alimentos, e monitoramento contínuo da base de recursos naturais.

No aspecto de sustentabilidade do componente ecológico dos sistemas de produção, base para a sustentabilidade econômica e social, destacam-se a caracterização e o monitoramento das condições químicas dos solos sobre os quais são desenvolvidas as culturas e as criações. Agrega-se também a demanda atual pela precisão da aplicação dos insumos e seu manejo, para racionalizar os sistemas de produção, evitando carências e desperdícios.

Em trabalhos de investigação científica na área de intensificação da produção de forrageiras realizados no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste – EMBRAPA, para atender aos sistemas intensivos de produção de bovinos de corte e leite, localizados na Microbacia hidrográfica do Canchim, verificou-se redução do teor de cálcio na camada arável de Latossolos arenosos, originalmente sob vegetação de cerrado, desde 1990. Foram realizados experimentos com doses de calcário em dois Latossolos, Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, submetidos à amostragem mensal das áreas 3 meses após a incorporação superficial do calcário. Ocorreram pequenos acréscimos nos teores de cálcio nas diferentes profundidades. Produtores mais tecnicizados também vêm questionando por que aumenta a necessidade de calagem nas áreas com o passar do tempo, bem como por que não conseguem obter o aumento esperado do teor de cálcio na camada arável. A pesquisa tem verificado, na camada arável, a ocorrência da perda de cálcio por lixiviação (Fassbender, 1980; Rajj et al, 1982), porém pequena quando na forma de carbonato (Dal Bó et al, 1986) e pouco significativa em solos sob pastagem.

A partir de 1995, ações de caracterização e monitoramento comparativo de áreas de pastagem submetidas ao manejo intensivo de pastejo, com calagem e adubação mineral intensa, e extensivo de pastejo permitiram a coleta de

dados com indícios de perda intensa de cálcio por lixiviação. Foi então iniciada a caracterização mais detalhada dessas áreas.

2. Objetivos

Este trabalho procura caracterizar e monitorar a distribuição do cálcio no perfil de solo de áreas de pastagem sob diferentes intensidades de manejo, para verificar o manejo de solo que mais beneficia sua lixiviação.

3. Materiais e Métodos

Foram caracterizadas áreas de *Panicum maximum* cv. Tobiatã de 8 anos de idade, sem adubação intensiva até 1996 (área 3), e com adubação intensiva há 4 anos, e elevada lotação no verão (10 UA/ha; área 4), e de *Brachiaria decumbens* degradada de 19 anos de idade, sem adubação e sob baixa lotação animal (0,7 UA/ha no verão; área 1), e adubada intensivamente há 2 anos (5,0 UA/ha no verão; área 2), bem como uma área de plantio de milho para silagem, rotacionado com tremoço (*Lupinus albus*), na safrinha, incorporado como adubo verde (aproximadamente 5 t.ha⁻¹ de matéria seca, área 5).

Os levantamentos foram realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) var. Canchim, na área do CPPSE – EMBRAPA, em São Carlos, SP, sob clima tropical de altitude, a 856 m do nível do mar, latitude de 21°57'42" S e longitude de 47°50'28" W. A precipitação pluvial em 1993, 94, 95 e 96 (até junho) foi de, respectivamente, 1584, 1150, 1341 e 810 mm. A granulometria (método descrito por Kiehl, 1979) e as características químicas (métodos descritos em Rajj et al, 1987) da área considerada referencial constam na Tabela 1

O plano de calagem e adubação se encontra na Tabela 2. O calcário dolomítico aplicado sobre as forrageiras rebaixadas com roçadeira, no início da primavera, e incorporado à área de plantio convencional de milho apresentava, respectivamente, os seguintes PRNT e PN: 77% e 104% em 1992 e 1993, 70% e 85% em 1994, 70% e 84% em 1995, sendo 96% e 98% (calcítico) para as áreas 3 e 4 em 1995. Na área 2, a

fonte de nitrogênio foi o sulfato de amônio e, nas demais, a uréia. Na área 5, o tremoço foi semeado e incorporado nos 2 últimos anos.

Tabela 1 Características químicas do solo da área referencial (amostra composta de 20 subamostras —em janeiro de 96).

Camada (m)	pH água	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	m	M.O.
			meq/100 cm ³%.....	
Braquiária degradada										
0,00-0,20	5,3	4,4	0,11	0,8	0,3	0,48	5,0	24	29	2,4
0,20-0,40	5,3	4,3	0,08	0,7	0,1	0,42	4,0	23	32	1,7
0,40-0,60	5,3	4,4	0,07	0,5	0,1	0,26	3,3	21	27	1,4
0,60-0,80	5,6	4,7	0,04	0,4	0,3	0,02	2,8	25	3	1,0
0,80-1,00	5,7	4,8	0,04	0,4	0,1	0,00	2,5	20	0	0,8

Os teores % de argila e areia para as 5 camadas são, respectivamente: 25,7-67,3; 27,4-67,0; 27,9-66,6; 27,4-66,4; 27,2-67,2.

Tabela 2 Plano de aplicação de calcário dolomítico e adubos minerais nas áreas.

Ano	Calcário t.ha ⁻¹	N	P ₂ O ₅kg.ha ⁻¹	K ₂ O
Braquiária degradada				
92/96	-	-	-	-
Braquiária adubada				
94/95	1,5	250	100	250
95/96	-	300	-	-
Tobiatã pouco adubado				
95/96	2,5	-	200	-
Tobiatã muito adubado				
92/93	2,5	200	250	200
93/94	2,5	250	200	250
94/95	2,5	300	200	300
95/96	2,5	450	200	450
Milho silagem —Tremoço				
93/94	3,0	112	90	148
94/95	1,5	112	90	148
95/96	1,5	112	90	148

4. Resultados e Discussões

Na Tabela 3, considerando-se os valores de cálcio da área 1 (braquiária degradada) como referenciais, verifica-se, até a profundidade de 1 e 2 m, um acréscimo de Ca trocável (dif) nas áreas 2, 3, 4 e 5 de, respectivamente 1,25 e 1,65, 2,1 e 3,1, 6,0 e 6,6, 1,9 e 3,3 meq/100 cm³ de

terra, para aplicações de calcário de, respectivamente, 1,5, 2,5, 10,0 e 6,0 t.ha⁻¹ (Tabela 2). Supondo que tenha ocorrido uma solubilização total do calcário aplicado, considerando que 1 t.ha⁻¹ de CaCO₃ (aprox.1 t.ha⁻¹ de calcário) aumenta o teor de Ca trocável em 1 meq.100 cm³ de terra numa camada de 20 cm, verifica-se, até

2 m de profundidade, uma recuperação de cálcio 10% a 24% maior do que o aplicado nas áreas 2 e 3 (provavelmente pela adição não controlada de esterco dos animais em pastejo), e 34% a 45% menor que o aplicado nas áreas 4 e 5, que receberam maior quantidade de calcário por unidade de área. Comparando o valor acumulado de Ca da camada de 1 m com o total acumulado até 2 m, foi encontrada a porcentagem de participação dessa camada superficial de 76%, 68%, 91% e 57% para, respectivamente, as áreas 2, 3, 4 e 5. A retenção maior na camada de 1 m ocorreu certamente devido ao aumento da CTC do solo, ocasionado pelo aumento do teor de matéria orgânica nas áreas 2 e 4, e não somente pelo aumento de cargas pH dependentes, indicado pela redução do pH em água na área 2, a qual recebeu dose elevada de N.

Sem a correção adequada da acidez, ocorreu ainda leve elevação no teor de alumínio trocável. Na área 5, agrícola, ocorreu a menor retenção superficial (1 m) de cálcio, provavelmente devido à redução do teor de matéria orgânica e da CTC do solo, embora o pH em água tenha aumentado. Kinjo (1982, comunicação pessoal) verificou a tendência de solos com baixa CTC mostrarem adsorção preferencial de íons monovalentes (K), em virtude da distância entre cargas não ser adequada para reter cátions bivalentes (Ca), como acontece em solos com CTC maior. Acrescenta-se a isso o fato de que as cargas pH dependentes, de natureza covalente, têm preferência pela adsorção de prótons, de modo que, se não for mantido o pH elevado, pode ocorrer grande liberação de íons para a solução e sua lixiviação. A partir dos dados levantados, parece que a matéria orgânica nas áreas 2 e 4 apresenta distribuição adequada das cargas para reter cálcio (mesmo em pH mais baixo), podendo haver a perda preferencial de K, intensificada pelo efeito da concentração de Ca (área 2). Com a redução da matéria orgânica, as cargas mais espaçadas existentes nas argilas de solos de baixa CTC, pode haver inversão da situação.

A hipótese de maior lixiviação do cálcio quando sua concentração é bastante elevada

(Fassbender, 1980), indicada pela recuperação de valores menores das áreas 4 e 5, e pulsos de Ca em profundidade no perfil da área 5, parece não ser a principal, devido à existência de pulso de Ca em profundidade também na área 2. A hipótese mais provável para os dados da área 4 e 5 é a solubilização não completa do calcário aplicado, devido à elevação do pH, embora no último ano a área 4 tenha recebido material corretivo de elevada solubilidade, ou sua precipitação como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Kinjo, 1976).

As alterações nas características químicas nas camadas superficiais do solo sob manejo de plantio direto na palhada (Muzilli, 1981; Sá, 1995) parecem semelhantes aos dados levantados para as camadas superficiais de pastagens adubadas intensamente.

Desta forma, a redução do pH que ocorreu na área 2 não parece ser devida à degradação do material orgânico, que na superfície apresenta baixa taxa de decomposição (Muzilli, 1981), e sim provavelmente à aplicação de adubos nitrogenados (Raij et al, 1982). Neste caso, com carregamento preferencial de K e ocupação das cargas também por alumínio.

Na área 5, agrícola, o carregamento de Ca, e não de K, em pH mais elevado parece ter sido ocasionado pelo seu arrastamento na forma de complexo orgânico, com moléculas orgânicas produzidas na mineralização de material orgânico (Ziglio et al, 1995), especialmente de fonte de degradação mais fácil como o tremoço, decomposição esta acentuada pela movimentação mecânica e arejamento do solo. Provavelmente, o material orgânico de superfície, originado de fonte de maior persistência como o de gramíneas, é mais seguro contra esse tipo de perdas.

O manejo da área 4, quando confirmada a hipótese de acúmulo superficial de Ca insolubilizado, deverá despontar como o mais adequado para a manutenção de Ca, K e pH nas camadas superficiais, para uma produção vegetal exuberante por unidade de área. Esta possibilita uma lotação animal em elevação constante, como a que realmente está ocorrendo, rumo a um sistema de produção eficaz e sem desperdícios.

Tabela 3 Características químicas do solo nas áreas monitoradas (amostras de terra retiradas de 1 trincheira – em junho de 96).

Camada (m)	pH água	pH CaCl ₂	K	Ca	dif	Mg	Al	CTC	V	m	M.O.
			meq/100 cm ³%.....	
1 - Braquiária degradada											
0,00-0,10	5,3	4,3	0,12	0,8	-	0,6	0,64	6,2	24	30	2,3
0,10-0,20	5,2	4,3	0,07	0,5	-	0,2	0,68	5,0	16	46	2,0
0,20-0,40	5,1	4,3	0,07	0,4	-	0,2	0,58	4,6	14	47	1,5
0,40-0,60	5,3	4,4	0,06	0,3	-	0,1	0,32	3,4	14	42	1,1
0,60-0,80	5,5	4,5	0,04	0,2	-	0,1	0,12	2,8	11	28	0,8
0,80-1,00	5,3	4,6	0,05	0,1	-	0,1	0,05	2,7	10	18	0,7
2 - Braquiária adubada											
0,00-0,10	4,9	4,3	0,15	1,2	0,4	0,5	0,51	6,6	29	21	3,0
0,10-0,20	4,6	4,1	0,07	0,8	0,3	0,2	0,92	6,6	17	46	3,5
0,20-0,40	4,7	4,2	0,13	0,7	0,3	0,3	0,71	5,5	21	38	1,5
0,40-0,60	5,0	4,3	0,15	0,5	0,2	0,2	0,43	4,3	22	33	1,2
0,60-0,80	5,1	4,5	0,12	0,3	0,1	0,1	0,19	3,2	15	28	0,9
0,80-1,00	4,7	4,6	0,14	0,4	0,3	0,1	0,07	2,9	21	11	0,8
1,00-1,20	5,2	5,5	0,27	0,4	0,3	0,3	0,06	2,7	37	6	0,7
1,20-1,40	5,0	5,2	0,22	0,2	0,1	0,1	0,04	2,3	22	7	0,7
1,40-1,60	4,9	5,1	0,16	0,1	-	0,2	0,12	2,3	22	19	0,5
1,60-1,80	4,9	5,2	0,19	0,1	-	0,2	0,04	2,2	23	7	0,5
1,80-2,00	4,8	5,3	0,15	0,1	-	0,3	0,08	2,3	26	12	0,4
2,00-2,20	5,1	5,5	0,16	0,2	0,1	0,0	0,04	2,0	20	9	0,5
2,20-2,40	5,1	5,5	0,02	0,3	0,2	0,0	0,04	1,9	17	12	0,5
2,40-2,60	5,2	5,7	0,02	0,1	-	0,0	0,08	1,6	6	44	0,5
3 - Tobiata pouco adubado											
0,00-0,10	5,8	4,9	0,07	1,2	0,4	0,8	0,06	5,2	40	3	2,2
0,10-0,20	6,0	4,9	0,04	1,3	0,8	0,5	0,06	4,3	42	3	1,7
0,20-0,40	5,5	4,6	0,04	0,7	0,3	0,2	0,34	4,0	23	28	1,4
0,40-0,60	5,2	4,5	0,03	0,6	0,3	0,2	0,22	3,4	21	23	1,1
0,60-0,80	5,4	4,9	0,01	0,7	0,5	0,2	0,07	3,2	27	8	0,8
0,80-1,00	5,6	4,9	0,01	0,5	0,4	0,2	0,01	2,8	24	2	0,7
1,00-1,20	5,6	5,1	0,04	0,5	0,4	0,0	0,06	2,5	20	11	0,7
1,20-1,40	5,6	4,9	0,04	0,4	0,3	0,0	0,10	2,4	17	19	0,6
1,40-1,60	5,4	4,8	0,06	0,4	0,3	0,2	0,08	2,8	25	10	0,6
1,60-1,80	5,0	4,6	0,04	0,1	-	0,0	-0,06	2,1	5	38	0,5
1,80-2,00	5,0	4,6	0,04	0,1	-	0,0	0,06	2,2	5	30	0,4
4 - Tobiata muito adubado											
0,00-0,10	7,4	6,9	0,65	4,6	3,8	2,7	0,04	9,4	85	0	4,4
0,10-0,20	6,8	6,1	1,09	2,1	1,6	1,6	0,00	6,6	73	0	2,2
0,20-0,40	5,6	5,5	1,05	1,0	0,6	0,4	0,06	5,1	48	3	1,4
0,40-0,60	5,6	5,3	0,53	1,1	0,8	0,5	0,03	4,4	49	2	1,0
0,60-0,80	5,7	5,3	0,05	1,1	0,9	0,4	0,05	3,6	44	3	0,8
0,80-1,00	5,4	5,1	0,04	1,1	1,0	0,3	0,07	3,6	40	5	0,8
1,00-1,20	4,8	4,7	0,05	0,4	0,3	0,1	0,08	2,7	22	12	0,7
1,20-1,40	4,8	4,8	0,03	0,1	-	0,3	0,10	2,4	17	20	0,7
1,40-1,60	4,6	4,5	0,04	0,3	0,2	0,1	0,10	2,5	16	20	0,7
1,60-1,80	4,6	4,5	0,04	0,2	0,1	0,5	0,06	2,9	24	8	0,7
1,80-2,00	5,0	4,6	0,04	0,1	-	0,2	0,04	2,5	12	12	0,7
2,00-2,20	5,3	4,5	0,04	0,1	-	0,0	0,10	2,2	6	42	0,7

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A.P.; SOARES, E. Perdas de cálcio e magnésio durante cinco anos em ensaio de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n.1, p.33-37, 1982.

RAIJ, B.van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

SÁ, J.C.M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.

ZIGLIO, C.M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Mecanismo de deslocamento de cálcio no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa. **Resumos expandidos**, Viçosa: UFV/SBCS, 1995. v.1, p.350-352.