

NOTA CIENTÍFICA

CONHECIMENTO E CONTROLE, NO USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES, PARA MANEJO SUSTENTÁVEL DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE LEITE DE BOVINOS A PASTO

Odo Primavesi¹
Ana Cândida Primavesi¹
Artur Chinelato de Camargo¹

INTRODUÇÃO

Com a necessidade de fixar no campo o produtor de pequena propriedade, num sistema econômico altamente competitivo, em geral em áreas de solo com vocação natural para produção de florestas, ou pastagens adequadamente manejadas, despontam os sistemas intensivos de produção de leite e de carne bovina a pasto, no período das águas. Estes se apresentam como alternativa para produzir proteína animal mais eficientemente e mais barata, permitindo manejo conservacionista de solo desejável, ao nível de microbacia hidrográfica. Isso porque a demanda econômica por produtividade necessita ser aliada à demanda ecológica por conservação dos recursos naturais. Esta demanda ecológica é atendida com elevada produção de biomassa, que visa a proteger a superfície do solo, além de nele permitir a manutenção de teor elevado de matéria orgânica, seja como agente conservador de água ou como estabilizador da temperatura em condições tropicais, seja como fonte energética à vida do solo, ou fonte de nutrientes para as culturas de interesse, ou, ainda, fonte de cargas elétricas capazes de reter os fertilizantes catiônicos introduzidos no sistema de produção. Nos solos de baixa fertilidade química, a

¹ Pesquisador, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/ EMBRAPA, Caixa Postal 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil, E-mail: odo@cnpse.embrapa.br

ciclagem mineral poderá ser adequada quando ocorrer lotação animal muito baixa, permitindo sobra de biomassa vegetal que retorna ao solo, porém pressupõe estabelecimentos rurais extensos, sendo, portanto, inviável para pequenos estabelecimentos agrícolas. Estes, somente com sistemas intensivos, que possibilitam obter alta produção por área com baixo custo unitário do produto gerado, permitirão que o proprietário e sua família possam manter melhor qualidade de vida. Neste caso, em que é exigida uma lotação animal mais elevada, portanto, uma produtividade maior de biomassa forrageira, é necessário o uso de corretivos de acidez e de fertilizantes, estimulantes nutricionais do desenvolvimento vegetal, especialmente para dar início a maior produção de biomassa, podendo-se reduzir a quantidade deles utilizada, à medida que aumenta a reserva orgânica reciclável do solo.

Um dos pré-requisitos, para um manejo intensivo racional e sustentável de produção de leite e carne bovina, é o conhecimento detalhado e completo do sistema de produção e das características dos recursos naturais, por parte do administrador/proprietário da unidade de produção, para que possa exercer controle de qualidade e manejo adequado dos processos, insumos utilizados e mão-de-obra especializada. Um dos processos mais importantes é o da produção de alimentos: forrageiras para pastejo nas águas e para corte (silagens, fenos, cana-de-açúcar) a serem consumidas no período seco.

Para determinar indicadores de sustentabilidade, em áreas de manejo intensivo de bovinos de leite, está sendo desenvolvido o projeto 11.0.95.661, ligado ao Programa 11 (Qualidade Ambiental) da EMBRAPA, que monitora características químicas, físicas e biológicas de solo, água, vegetação cultivada e produtos gerados. Nesta atividade, de estudo de casos comparativos, foram monitoradas características químicas do solo relacionadas com o pH, teor de matéria orgânica, cálcio, potássio, saturação por bases, para encontrar indicações do manejo mais sustentável do ponto de vista ecológico, considerando como premissas a manutenção de características ótimas para a maior produção de biomassa vegetal e menores perdas de minerais ao longo do perfil do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Um sistema intensivo de produção de leite com bovinos Holandeses preto e branco, com pastejo rotacionado no período das águas, é conduzido na Fazenda Canchim, do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (Embrapa Pecuária Sudeste), no município de São Carlos, SP, na cabeceira da microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, compreendido entre as cotas altimétricas de 680 e 911 m, e as coordenadas geográficas 21° 54' e 21° 59' Sul, 47° 48' e 47° 52' Oeste. O clima é tropical de altitude, do tipo Cwa, segundo Koeppen, com média anual de chuvas de 1354 mm e evapotranspiração potencial média diária de 4,2 mm. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média (300 g.kg⁻¹ de argila), originalmente distrófico. No período das águas (outubro/novembro a março/abril) os animais em produção são manejados em piquetes de Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), de Napier (*Pennisetum purpureum*) e Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), demarcados com cerca elétrica. Os piquetes receberam calagem e adubação intensiva de NPK e micronutrientes, para garantir o desenvolvimento vigoroso das forrageiras, necessário para atender lotação atual média de 12 UA.ha⁻¹ (UA=450 kg de peso vivo por animal). No período seco, as vacas em final de lactação e as vacas secas receberam cana-de-açúcar picada, colhida crua e corrigida com uréia, e as vacas em lactação, silagem de milho ou sorgo como volumoso. Nos dois períodos, os animais receberam complementação de ração concentrada completa, à razão de 1 kg para cada 2,8 kg de leite produzido.

Foram monitoradas as áreas de Tobiatã: área 1, com muita adubação e lotação de 12 UA.ha⁻¹, nas águas, e área 2, com pouca adubação e lotação de 3 UA.ha⁻¹, nas águas; áreas adjacentes de braquiária: área 3, adubada e lotação de 5 UA.ha⁻¹, nas águas, e área 4, degradada, sem adubo, e lotação de 0,7 UA.ha⁻¹; bem como área 5 de produção de milho para silagem e de mata mesófila semidecídua (área 6, parte da Mata Atlântica, marginal ao domínio fitogeográfico de Cerrado; utilizada como referência geral). Na **Tabela 1** aparecem as quantidades de insumos utilizadas,

aplicados a lanço na superfície. As áreas sob observação mais rigorosa foram 1 e 5. Na área de Tobiata muito adubado as touceiras remanescentes foram rebaixadas para 0,20 a 0,30 m, no início do período das chuvas, ocasião na qual se realizou a calagem e a aplicação do superfosfato simples, superficialmente. A finalidade foi abaixar a altura das touceiras, que chegava a 0,90 a 1,20 m, eliminar material fibroso, e retornar material orgânico ao solo, além daquele aí retornado pelo pisoteio animal durante o pastejo. A adubação NK, parcelada em 5 vezes, foi realizada no dia em que os animais saíam dos piquetes (permanência de 1 dia, descanso de 33 dias). Na área de milho, após a colheita em março, foi semeado tremoço-branco (*Lupinus albus*) com a finalidade de retornar material orgânico ao solo.

A amostragem de solo seguiu dois esquemas: 1) uma amostra composta por área, constituída de 20 subamostras coletadas com trado tipo sonda, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm; 2) uma amostra tipo microtrincheira, com área de 0,50 x 0,10 m, nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 40 cm, e seqüência de camadas de 20 cm de espessura até 2,0 m de profundidade, nas áreas sem adubação intensa, e até 3,0 m nas áreas 4 e 5, muito adubadas. Este segundo procedimento de amostragem profunda foi adotado após verificar-se o desaparecimento de cálcio da superfície e a indicação de alterações eletroquímicas em profundidade, nas áreas adubadas, seja de lavoura ou de pastagem (PRIMAVESI & PRIMAVESI, 1997a). Os procedimentos analíticos de extração e quantificação de características químicas do solo seguiram os métodos descritos por VAN RAIJ *et al.* (1987). As interpretações dos resultados e das variações ocorrentes nas características químicas do solo basearam-se nos limites de interpretação das características químicas do solo encontrados em VAN RAIJ *et al.* (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 2** são apresentados valores de características químicas comparativas do solo, no tempo, que mais alertaram para possíveis alte-

Tabela 1. Plano de aplicação de calcário dolomítico e adubos minerais nas áreas monitoradas, submetidas a impacto antrópico.

Ano	Calcário t.ha ⁻¹	N	P ₂ O ₅ kg.ha ⁻¹	K ₂ O
		Área 4 – Braquiária degradada		
92/97	–	–	–	–
		Área 3 – Braquiária adubada		
94/95	1,5	250*	100	250
95/96	–	300*	–	–
96/97	2,0	–	–	–
		Área 2 – Tobiata pouco adubado		
95/96	2,5	–	250	–
96/97	2,0	–	–	–
		Área 1 – Tobiata 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
96/97	2,0	100+500*	0	100
		Área 5 – Milho silagem/Tremoço		
93/94	3,0	112	90	148
94/95	1,5	112	90	148
95/96	1,5	112	90	148
96/97**	2,0	114	105	156

*N na forma de sulfato de amônio; nos outros casos, na forma de uréia. **Sem tremoço. Na área 1 foram utilizados 50 kg.ha⁻¹ de micronutrientes FTE BR-12, anualmente.

rações danosas, como acidificação e redução na reserva de matéria orgânica e de nutrientes minerais.

Considerando a área de braquiária degradada (4), como área referencial sob pastagem e a área de Tobiata adubado (1) como de maior impacto potencial sobre o ambiente, mas também a que permitiu a maior lotação animal, foram fixados como extremos de avaliação. A área 1, inicialmente semelhante a área 2, teve sua lotação aumentada progressivamente, em função do aumento da produção de biomassa forrageira. Cresceu de 5,5 UA.ha⁻¹ em 92/93, para 6,5 (93/94), 8,0 (94/95) e 11,8 UA.ha⁻¹ em 95/96 (PEDROSO *et al.*, 1996).

No período 95/96, PRIMAVESI & PRIMAVESI (1997 a,b) verificaram que o manejo da área 1 provocou aumento no teor de matéria orgânica, conseqüentemente da capacidade de troca catiônica, e de fósforo na

Tabela 2. Alterações nos teores de matéria orgânica (MO), pH em água, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V), em função da adubação mineral e calagem. (amostra composta por 20 subamostras, em junho de 96 e 97)

Área	Prof.(cm)	95/96				96/97			
		pH	MO	CTC	V	pH	MO	CTC	V
4-Braquiária sem adubo	0 a 5	5,4	29	60	30	5,8	29	53	42
	5 a 10	5,3	25	54	26	5,5	20	47	28
	10 a 20	5,3	21	52	25	5,6	18	44	30
	20 a 40	5,3	15	43	29	5,5	13	35	26
3-Braquiária com adubo	0 a 5	5,5	40	80	41	6,1	51	77	56
	5 a 10	4,6	24	62	21	4,8	24	59	15
	10 a 20	4,7	21	64	22	4,7	19	52	13
	20 a 40	4,7	16	51	22	4,8	15	44	23
2-Tobiatã com pouco adubo	0 a 5	6,6	33	72	69	6,7	27	58	78
	5 a 10	5,9	23	56	50	6,0	17	45	57
	10 a 20	5,6	19	51	39	5,9	15	38	42
	20 a 40	5,3	13	44	30	5,4	10	31	29
1-Tobiatã com adubo	0 a 5	6,0	34	83	63	5,0	39	82	37
	5 a 10	5,2	27	75	40	4,8	27	66	39
	10 a 20	5,0	21	61	34	4,7	17	61	31
	20 a 40	5,2	14	47	34	4,9	15	44	34
5-Milho com adubo	0 a 5	6,3	21	56	61	6,9	12	49	69
	5 a 10	6,4	22	60	65	6,5	15	59	73
	10 a 20	6,5	21	57	63	6,6	13	46	65
	20 a 40	6,0	15	50	48	6,2	10	37	51

MO= matéria orgânica em $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$; T=CTC, capacidade de troca catiônica ao pH em água igual a 7,0, em $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$; V=saturação por bases, em %.

camada superficial, à semelhança de áreas de plantio direto na palha (MUZILLI, 1981; SÁ, 1995). Verificou-se uma dinâmica muito intensa nos teores de cálcio, de potássio, do pH e da saturação por bases, devido ao uso abundante de nitrogênio e potássio, e que necessita ser melhor estudado, pois o aumento no teor da matéria orgânica pode interferir na dinâmica do N ao longo do tempo.

Considerando a capacidade de troca catiônica ao pH 7,0 (CTC; **Tabela 2**), que reflete a presença de cations no complexo de troca e na solução do solo, verifica-se redução de seu valor nas áreas 2, 4 e 5, com aumento da saturação por bases, o que sugere redução de cargas negati-

vas, mas manutenção de cátions na solução do solo. A causa desta redução, na área 5 (lavoura adubada), está claramente vinculada à redução no teor de matéria orgânica devido ao manejo, mas não nas áreas 2 e 4 (pastagens sem adubos nitrogenados), em que devem estar ocorrendo fenômenos de mineralização pouco intensa de matéria orgânica, e acúmulo de minerais devido à baixa atividade de absorção pelas plantas, em função da época de amostragem: período mais seco do ano. Nas áreas 1 e 3, a CTC manteve-se semelhante, porém, na área 3, ocorreu aumento na saturação por bases, na camada superficial, devido ao aumento no pH provocado pela calagem superficial, e na área 1, redução na saturação por bases, na camada superficial, devido à redução do pH, em função de calagem insuficiente e elevada dose de adubo nitrogenado.

No período 96/97, na área 1 (**Tabela 2**), mais intensamente adubada, verificou-se efeito intenso de redução do pH com o uso de sulfato de amônio, quando a quantidade de calcário aplicada foi insuficiente para contrabalançar o poder acidificante dos adubos nitrogenados. Em consequência disso ocorreu lixiviação intensa dos cátions K, Ca e Mg (**Tabela 3**, Tobiataã adubado), e redução na saturação por bases, que também foi detectado em 95/96, na área de braquiária adubada, com aplicação recente de fertilizante nitrogenado (**Tabela 1**), provocando acidificação e inativação das cargas pH dependentes, e produzindo ânions carregadores de cátions, o que, por sua vez, pode estar contribuindo para alterações nas características eletroquímicas do solo verificadas por PRIMAVESI & PRIMAVESI (1997a). Nestas áreas adubadas, com o aumento de cargas positivas (pH em água igual ou menor que pH em CaCl_2 ; **Tabela 3**), devido provavelmente à adsorção específica de cátions divalentes, como cálcio e/ou magnésio lixiviados, especialmente em argilas de óxido de Fe e Al (LUMBANRAJA & EVANGELOU, 1991), pode ocorrer acúmulo de nitrato nas camadas mais profundas. Esta alteração eletroquímica parece ser bastante estável, o que se verifica pelos dados da área 3 (**Tabela 3**). Nesta área o uso de adubos nitrogenados foi suspenso há mais de ano, e as forrageiras, estimuladas para desenvolver, esgotaram as reservas de nitrato até 2,80 m de

profundidade, o que parece explicar a coloração verde escura da pastagem, com relação à área vizinha de braquiária sem adubo, durante os dois últimos invernos secos.

A geração de pontos de retenção de nitrato pode ter grande importância ambiental. Estudos mais detalhados devem ser realizados sobre a dinâmica das perdas de nitrato, em sistemas intensivos de produção sobre oxissolos, onde são usadas adubações pesadas. Também em sistemas de produção que utilizam adubos verdes como fonte de N, os quais, embora possam não produzir nitrato suficiente para carrear cátions, apresentam moléculas orgânicas que se encarregam desse fenômeno (ZIGLIO *et al.*, 1995), e provavelmente com maior eficiência que o nitrato (**Tabela 3**, área 5, onde foi utilizado tremoço). O efeito de perdas catiônicas pode ser muito intenso em clima tropical, pois as cargas elétricas negativas existentes no solo são oriundas principalmente (70-90%) da matéria orgânica do solo, que são pH-dependentes (covalentes), ou seja, liberam facilmente os cátions para a solução do solo a fim de se ligar preferencialmente aos prótons H^+ , quando não ocorrer controle rigoroso para manter o pH do solo próximo de 7,0, especialmente quando utilizados fertilizantes com elevado poder de geração de prótons.

Com a avaliação dos dados coletados, foram reforçadas indicações de como planejar os corretivos e fertilizantes em solos tropicais de baixa fertilidade, além de serem geradas orientações para novas pesquisas. Comparando-se as áreas de lavoura e pasto (**Tabela 2**), verifica-se a dinâmica do teor de matéria orgânica no solo, na qual, as gramíneas são muito eficientes. A leguminosa tremoço (5 t.ha⁻¹ de matéria seca; plantio em março) permitiu teor mais elevado de matéria orgânica, em relação ao período em que não foi semeado, na área do milho (96/97), porém inferior ao das áreas de pastagem. O aumento da produtividade forrageira da área, com aumento de lotação animal, só com o manejo de leguminosas (fonte de N) e gramíneas, ficaria restrito a aproximadamente 3 UA por ha, conforme observações iniciais no Estado do Mato Grosso do Sul (comunicação pessoal de Júlio C. Salton, EMBRAPA Agropecuária do Oeste).

Tabela 3. Características químicas (1 trincheira), em agosto 1997.

Área	Prof. cm	pH água	pH CaCl ₂	NO ₃ **	MO *	P **	Kmmol _c .dm ⁻³	Ca	Mg	CTC	V %	m
Mata (6)	0-10	5,5	4,6	5	35	10	3,1	23	10	75	44	0
	10-20	5,1	4,2	3	21	7	2,7	8	7	58	31	25
	20-40	4,9	4,1	4	13	4	1,1	4	1	48	13	60
	40-60	4,9	4,1	5	8	3	0,7	3	1	43	12	67
	60-80	4,8	4,1	3	7	2	0,3	3	2	41	12	69
	80-100	4,8	4,1	4	6	2	0,5	2	1	38	11	73
	100-120	4,8	4,1	3	5	3	0,9	2	2	34	15	64
	120-140	4,9	4,1	3	5	2	0,6	2	2	33	15	62
	140-160	5,1	4,2	3	5	2	0,7	2	1	28	14	60
	160-180	5,1	4,2	2	4	2	0,6	3	2	31	19	45
	180-200	5,0	4,2	2	5	2	0,4	4	1	29	17	50
Braquiária sem adubo (4)	0-10	5,8	4,7	3	34	4	3,0	15	10	64	44	10
	10-20	5,3	4,3	2	21	3	1,3	8	6	53	28	29
	20-40	5,2	4,3	0	17	2	0,7	6	6	47	28	28
	40-60	5,4	4,5	2	12	1	0,6	9	6	41	39	11
	60-80	5,3	4,6	0	10	1	0,3	8	3	32	34	8
	80-100	5,4	4,8	1	7	1	0,4	7	3	28	36	9
	100-120	5,5	4,8	0	7	1	0,3	6	2	27	30	11
	120-140	5,6	4,8	1	5	2	0,2	6	2	25	32	0
	140-160	5,6	4,8	1	5	1	0,2	1	1	20	10	0
	160-180	5,5	4,8	0	5	1	0,2	1	1	19	11	0
	180-200	5,5	4,9	0	4	1	0,2	1	0	17	6	0
Braquiária com adubo (3)	0-10	4,5	4,0	0	26	1	1,4	4	1	70	9	70
	10-20	4,2	4,0	0	17	1	0,6	2	1	62	5	81
	20-40	4,3	4,1	0	12	0	0,9	2	1	51	8	76
	40-60	5,8	5,3	1	10	0	0,9	9	4	33	42	18
	60-80	5,8	5,4	0	8	0	0,4	9	4	31	42	0
	80-100	5,5	4,9	0	6	0	0,2	5	3	26	31	0
	100-120	5,2	5,0	0	5	0	0,2	3	0	20	15	0
	120-140	5,0	5,2	0	6	0	0,2	3	1	20	20	0
	140-160	4,9	5,1	0	5	2	0,2	3	1	20	20	0
	160-180	5,4	5,1	0	5	2	0,2	1	1	18	11	0
	180-200	5,4	5,1	0	5	2	0,2	1	1	18	11	0
	200-220	5,2	5,1	0	5	2	0,2	2	0	18	11	0
	220-240	5,1	5,2	0	4	2	0,2	2	0	18	11	0
	240-260	5,2	5,4	0	3	3	0,4	2	0	17	12	0
	260-280	5,7	5,4	0	3	3	0,2	1	0	16	6	0
280-300	6,1	5,6	4	3	2	0,2	1	0	15	7	0	
Tobiatã com pouco adubo (2)	0-10	7,0	6,3	4	26	54	2,3	33	8	59	73	0
	10-20	6,9	6,0	5	21	13	1,0	20	10	48	65	0
	20-40	5,7	4,9	3	13	3	0,5	9	6	50	40	6
	40-60	5,3	4,6	3	8	2	0,5	4	3	30	27	20
	60-80	5,5	5,0	4	8	1	0,4	7	2	28	32	10
	80-100	5,5	4,8	3	6	2	0,3	3	2	23	22	0
	100-120	6,0	4,9	3	6	2	0,2	4	0	21	19	0
	120-140	6,1	4,9	2	5	2	0,2	3	0	20	15	0
	140-160	5,5	4,7	3	5	7	0,2	2	0	19	11	0
	160-180	5,3	4,7	2	5	9	0,1	1	0	19	5	0
180-200	5,4	4,7	1	3	12	0,2	1	0	18	6	0	

Tabela 3. (continuação)

Tobiatã com adubo (1)	0-10	4,4	3,9	5	25	87	1,4	6	2	67	13	57
	10-20	4,3	4,0	2	15	9	0,8	4	0	55	9	72
	20-40	4,5	4,1	3	10	6	1,1	5	1	45	16	59
	40-60	5,1	4,7	2	8	3	1,9	8	2	36	33	14
	60-80	5,7	5,2	3	7	6	2,3	9	3	33	42	0
	80-100	5,8	5,5	3	7	7	1,4	12	2	32	47	0
	100-120	5,9	5,4	4	6	5	0,2	10	4	31	45	0
	120-140	4,9	4,8	18	6	1	0,2	5	3	26	31	0
	140-160	4,8	4,8	15	5	1	0,2	5	5	28	36	9
	160-180	4,7	4,8	22	5	2	0,2	5	5	27	37	9
	180-200	4,7	4,9	17	4	1	0,2	6	5	28	39	0
	200-220	5,3	5,0	4	3	4	0,2	2	4	22	27	14
	220-240	5,9	5,4	3	3	5	0,2	2	2	20	20	0
	240-260	6,0	5,2	4	3	4	0,1	2	2	19	21	0
	260-280	6,1	5,4	3	2	4	0,2	2	2	19	21	0
280-300	6,0	5,4	3	2	3	0,2	1	3	19	21	0	
Milho com adubo (5)	0-10	7,0	6,3	3	15	13	1,1	25	10	51	71	0
	10-20	7,2	6,6	3	10	6	0,7	24	8	46	72	0
	20-40	5,9	5,3	3	11	2	1,3	12	6	39	49	0
	40-60	5,4	4,8	3	8	2	0,8	7	6	38	37	7
	60-80	5,4	4,7	3	8	2	0,5	6	6	35	37	7
	80-100	5,4	5,0	10	8	2	0,6	6	6	33	39	0
	100-120	4,8	4,8	26	7	2	0,3	5	5	30	33	0
	120-140	4,8	4,7	28	7	1	0,3	6	5	31	35	8
	140-160	4,8	4,8	29	6	1	0,3	6	5	31	35	0
	160-180	4,8	4,9	26	5	2	0,2	5	5	28	36	0
	180-200	4,9	5,0	22	5	2	0,2	4	4	26	31	0
	200-220	4,8	5,1	24	5	2	0,2	3	2	22	23	0
	220-240	4,9	5,2	35	5	4	0,2	3	1	20	20	0
	240-260	5,0	5,3	11	3	3	0,2	1	0	17	6	0
	260-280	5,4	5,2	3	3	3	0,2	1	0	17	6	0
280-300	5,4	5,4	4	3	3	0,2	1	0	17	6	0	

*=g dm⁻³; **=mg dm⁻³.

Em manejo integrado, com a aplicação de nutrientes via biomassa na forma de esterco de suínos, em nível equivalente a 800 kg.ha⁻¹ de N, a lotação de bovinos poderia ser elevada para 10 UA.ha⁻¹, conforme observações no Estado de Minas Gerais (comunicação pessoal de Egidio A. Konzen, EMBRAPA Milho e Sorgo).

Com retorno de elevado volume de biomassa, que passa a ser a fonte principal de nutrientes, a redução do pH no solo parece não afetar os mecanismos de aquisição de nutrientes pelas plantas, como sugerem resultados de produção elevada de milho em áreas de plantio direto na palha no Estado de Rio Grande do Sul (comunicação pessoal de José E. Denardin, EMBRAPA Trigo). Na falta dessa opção de disponibilidade de

grande volume de biomassa, mas o suficiente para elevar a matéria orgânica do solo, o uso especial de nitrogenados é possível, desde que seja realizado controle intenso do pH do solo, para evitar perdas de cátions adicionados. Normalmente é realizada a calagem para corrigir a acidez atual do solo, mas não a preventiva para neutralizar o poder acidificante dos adubos nitrogenados utilizados. Na área 1, ocorreu manejo adequado de calcário e nitrogenados, até 95/96, com as menores perdas de cálcio para camadas inferiores (PRIMAVESI & PRIMAVESI, 1997a), e uma drástica alteração das características químicas do solo com o manejo de 96/97, em que a redução do pH levou à queda na saturação por bases, embora ainda não afetando a produtividade forrageira e, conseqüentemente, a lotação animal.

A coloração verde intensa da área 3, com braquiária adubada, no segundo período hibernar seco (95/96), já sem uso de fertilizantes NK, contrastando com a pastagem de braquiária degradada (área 4) ao lado, de coloração amarelada até cor palha, sugere que o aporte de minerais favorece o desenvolvimento das raízes, que irão buscar os nutrientes trocáveis (cálcio, potássio, nitrato) e a água, na camadas mais profundas, bem como pode encontrar reservatório de nitrato em profundidade (**Tabela 3**, áreas 1 e 5), que parece ter sido esgotado 1,5 ano após suspensão do aporte de insumos nitrogenados (**Tabela 3**, área 3). Isso resulta em adiamento na parada de crescimento das forrageiras, no período seco, e reinício mais cedo do desenvolvimento das forrageiras, com elevação da temperatura ao final do inverno, que permite a manutenção de animais por maior período de tempo. Confirmando, em área manejada sob gado bovino de corte, com mesma intensidade de uso de fertilizantes da área 1, foi possível manter lotação de 3 UA.ha⁻¹ no período seco do ano (8 UA.ha⁻¹ no período das chuvas).

Quanto às demandas de pesquisa encontradas, a verificação da taxa de perdas de N por volatilização é uma delas, pois, nas áreas pastoris, os adubos nitrogenados são aplicados superficialmente, geralmente sobre palha, embora isso ocorra no período chuvoso do ano, mas nem sempre com precipitação pluvial ou irrigação logo após a aplicação. Em

vista dos fenômenos trazidos neste trabalho, há necessidade de estudar a dinâmica de movimentação de nitratos no solo, tanto oriunda de dejetos animais (fezes e urina) como de adubos nitrogenados ou adubos verdes, considerando situações de maior ou menor teor de matéria orgânica no solo, cobertura morta, ocupação maior (rasteiras, decumbentes) ou menor (formadouras de touceiras) do solo pelas forrageiras, dose de nitrogênio aplicado (adubo mineral e fezes, devido à lotação animal, ou porque as vacas leiteiras, pela ingestão de alimentos concentrados proporcional à produção de leite, produzem fezes com teores variáveis de N), manejo de pH do solo, balanço NK mais adequado, a fim de evitar problemas de salinidade. É necessário também explicar melhor o mecanismo de lixiviação de cálcio e/ou magnésio em profundidade, que podem ser perdidos ou adsorvidos pela argila, gerando pontos de retenção de nitrato, mais facilmente reciclado por vegetais. Em estudo de distribuição de raízes nestas áreas, foi verificada a redução do volume radicular de forrageiras nas áreas adubadas, mas um leve aumento potencial das raízes em profundidade, talvez devido a maior presença de cálcio trazido da superfície (ROCHA FILHO *et al.*, 1996; PRIMAVESI *et al.*, 1997). Já na área de lavouras anuais (área 5) esta ciclagem pode não ocorrer tão eficientemente, como sugere a maior reserva de nitrato no solo (**Tabela 3**).

CONCLUSÕES

Com os dados levantados nas áreas de pastagem manejadas intensivamente, em condições de clima tropical, pode-se concluir que:

- 1) é possível manter teores de matéria orgânica no solo, próximos aos da mata, e mais dificilmente na área agrícola;
- 2) com utilização de adubação mineral completa, com destaque para o nitrogênio, deve haver controle rigoroso do pH do solo por meio de calagens, a fim de reduzir perdas de cátions;
- 3) nas áreas adubadas, ocorreu fenômeno de geração de balanço favorá-

vel a cargas positivas, o que amplia a capacidade de armazenamento de ânions (nitrato) pelo oxissolo;

- 4) na área de produção de milho para silagem, em que foi introduzida a rotação com leguminosa (tremoço), ocorreu mais intensamente o fenômeno de geração de cargas positivas. Conclui-se também que deve haver mais estudos sobre:
- 5) a dinâmica do N, perda por volatilização em áreas de pastagem rasteira e cespitosa entouceirada, e perdas por lixiviação;
- 6) perdas de cálcio e magnésio em profundidade (1,60 m), e o mecanismo de adsorção específica observada na geração de cargas positivas em oxissolos, criando condições de armazenamento de nitrato disponível no solo e de redução potencial do impacto sobre águas do lençol freático.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA e à FAPESP, pela viabilização da infraestrutura de processamento de informações e imagens.

RESUMO

No município de São Carlos, SP, na Fazenda Canchim, do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE/EMBRAPA), entre cotas altimétricas de 680 e 911 m, com clima tropical de altitude, é conduzido um sistema intensivo de produção de leite de bovinos a pasto, com pastejo rotacionado no período das águas (out/nov-mar/abr), na cabeceira da microbacia do ribeirão Canchim. O solo, Latossolo Vermelho-Amarelo arenoso, originalmente distrófico, manejado com Tobiata (*Panicum maximum*), Napier (*Pennisetum purpureum*) e Tanzânia (*Panicum maximum*), recebeu calagem e adubação intensiva de NPK e

micronutrientes, para garantir a produção de volumoso necessário para uma lotação média de até 12 UA ha⁻¹ (UA=450 kg por animal; inicialmente 3 UA ha⁻¹). Pode ser concluído que aumentando a produtividade de forragem e lotação animal: 1) é possível manter teores de matéria orgânica no solo, próximos aos da mata, e mais dificilmente na área agrícola, 2) deve haver controle rigoroso do pH do solo através de calagens, a fim de reduzir perdas de cátions, 3) nas áreas adubadas, ocorreu fenômeno de geração de balanço favorável a cargas positivas, com aplicação da capacidade de armazenamento de ânions (nitrato) pelo oxissolo, 4) na área de produção de milho para silagem, em que foi introduzida a rotação com leguminosas (tremoço), ocorreu mais intensamente o fenômeno de geração de cargas positivas. Deve haver mais estudos sobre: 1) a dinâmica do N, quanto a perdas por volatilização em áreas de pastagem rasteira e cespitosa entouceirada, e perdas por lixiviação, 2) perdas de cálcio e magnésio em profundidade (1,60 m), e o mecanismo de adsorção específica observada na geração de cargas positivas em oxissolos, criando condições de armazenamento de nitrato disponível no solo e de redução potencial do impacto sobre águas do lençol freático.

Palavras-chave: Sistema intensivo, produção de leite bovino, manejo sustentável, fertilizante nitrogenado, matéria orgânica, calagem, perdas de cátions, produtividade forrageira, retenção de nitrato.

SUMMARY

LIMESTONE AND FERTILIZER USE KNOWLEDGE AND CONTROL, FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF INTENSIVE DAIRY CATTLE PRODUCTION SYSTEMS

With the need to maintain farmers in the rural area, on a tropical mountainous low fertility soil environment, in a highly competitive economical system, the intensive dairy production systems on pasture, in

the rainy season, appear as an alternative practice. A real model of intensive dairy production system, on rotated pasture management in the rainy season (Oct/Nov-Mar/Apr), is conducted at the municipality of São Carlos, São Paulo state, Brazil, at Fazenda Canchim, owned by the Southeast Cattle Research Center (CPPSE/EMBRAPA), between 680 and 911 m altitude, under tropical climate, at the top of the Canchim Creek watershed. The soil is a low fertility red-yellow Latosol (30% clay), producing *Panicum maximum* cv. Tobiatã, *Pennisetum purpureum* and *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Limestone, NPK and micronutrients are used to warrant forage to a mean capacity of up to 12 A.U.ha⁻¹ (A.U.= 450 kg per animal; initially 3 A.U.ha⁻¹). In conclusion, increasing the forage development for a higher cattle stocking rate: 1) it is possible to reach organic matter contents similar to forest soil, 2) due to the intense nitrogen fertilizer use, to avoid cation losses, a rigorous pH control with limestone is needed, 3) in the 1.60 m deep layers of the amended areas, occurred an increase of positive charges, and the anion exchange capacity of an Oxisol, 4) in the silage maize field, with introduction of leguminous green manure, the generation of these positive charges were more intensive. More studies are needed on: 1) nitrogen losses by volatilization, in decumbent and bunchgrass areas, and by leaching, 2) calcium and magnesium deep losses (1.60 m), and the specific adsorption mechanism generating positive charges in Oxisols, retaining plant disponible nitrate, and reducing underground water pollution potential.

Key words: Intensive system, cattle production, sustainable management, nitrogen use, forage productivity, organic matter, cation losses, limestone use, nitrate retention.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LUMBANRAJA, J. & V.P. EVANGELOU, 1991. Acidification and Liming Influence on Surface Charge Behavior of Kentucky Subsoils.

Soil Sci. Soc. Am. J., **55**: 26-34.

- MUZILLI, O., 1981. Manejo da Fertilidade de Solo. In: **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina, Fundação IAPAR. 244p. (Circular IAPAR, 23).
- PEDROSO, A. de F.; A.L.M. NOVO & A.C. de CAMARGO, 1996. **Sistema Intensivo de Produção de Leite**. São Carlos, EMBRAPA/CPPSE. 12p.
- PRIMAVESI, O.; L.A. de C. JORGE; S. CRESTANA; J. da ROCHA FILHO; A.C. PRIMAVESI, 1977. Qualidade Amostral para Avaliar Resultados de Distribuição Radicular Gerados por Análise de Imagens Digitais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 27-29, nov. 1996, São Carlos. **Anais**. Brasília, CNPDIA/EMBRAPA-SPI. p.422-427.
- PRIMAVESI, O. & A.C. PRIMAVESI, 1997a. Necessidade de Monitoramento da Lixiviação do Cálcio, de Calcário Aplicado na Superfície, em Pastagens Manejadas Intensivamente, como Suporte à Agropecuária de Precisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 27-29, nov. 1996. São Carlos. **Anais**. Brasília, CNPDIA/EMBRAPA-SPI. p. 433-439.
- PRIMAVESI, O. & A.C. PRIMAVESI, 1997b. Matéria Orgânica Ativa no Solo: Nitrogênio, pH, Lixiviação de Cátions, Calagem. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIA HÚMICAS, 2., 18-20, nov., São Carlos. **Anais**. São Carlos, EMBRAPA-Instrumentação Agropecuária. p. 179.
- ROCHA FILHO, J.; L.A. de C. JORGE; O. PRIMAVESI; S. CRESTANA, 1996. Distribuição Radicular de Forrageiras, Afetada pela Intensidade de Manejo, Avaliada por Análise de Imagens Digitais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 4-8, ago. Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos** (CD). Piracicaba, ESALQ/USP-SLACS/SBCS/CEA/SBM. Comissão 06/050. 4p.
- VAN RAIJ, B.; J.A. QUAGGIO; H. CANTARELLA; M.E. FERREIRA; A.S. LOPES; O.C. BATAGLIA, 1987. **Análise Química do Solo para Fins de Fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill. 170p.
- VAN RAIJ, B.; H. CANTARELLA; J.A. QUAGGIO; A.M.C. FURLANI,

1996. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 285p. (Boletim Técnico, 100).

ZIGLIO, C.M.; M. MIYAZAWA & M.A. PAVAN, 1995. Mecanismo de Deslocamento de Cálcio no Solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa. **Resumos Expandidos**. Viçosa, UFV/SBCS. V.1, p. 350-352.

O ZOOLOGICAL RECORD, DA INGLATERRA, SE INTERESSA PELA REVISTA DE AGRICULTURA

“As you know, your publication is one scanned for items of interest for the Zoological Record; an index to the world’s zoological literature, published since 1864.” Assim começa uma carta dessa revista do Reino Unido, que diz não ter conseguido localizar, em biblioteca inglesa, nenhum número da Revista de Agricultura subsequente ao de dezembro de 1998. À vista disso, solicita a remessa gratuita da nossa Revista. Está claro que o pedido foi imediatamente atendido, e, daqui por diante, o Zoological Record poderá utilizar, com mais facilidade, nossas informações zoológicas, para seu importante trabalho, de alcance mundial.