

passo que no presente trabalho, obteve-se com o auxílio de um sistema de aquisição de dados, valores médios de Sr e de Rg para intervalos de 10 minutos ao longo do período diurno. Usando esta mesma sistemática de coleta de dados, recentemente, OLIVER & SENE (1992) encontraram a relação $Sr (W/m^2) = 0,57Rg (W/m^2) - 59$ para a cultura da videira.

5. Conclusões

- 1) O coeficiente de reflexão da cultura da mangueira varia de 0,21 a 0,14 no período compreendido entre o início da floração a frutificação plena.
- 2) O saldo de radiação na cultura da mangueira representa cerca de 65% da radiação solar incidente no início da floração e cerca de 60% durante a frutificação.
- 3) Para estudos do balanço de energia e estimativa de evapotranspiração da cultura da mangueira, na região de Petrolina-PE, pode-se estimar o saldo de radiação em função apenas da radiação solar global incidente com excelente precisão, através da equação: $Sr (W/m^2) = 0,66Rg (W/m^2) - 33,9$.

6. Referências

- AZEVEDO, P. V., LEITÃO, M. M. V. B. R., SOUZA, I. F. de et al. Balanço de radiação sobre culturas irrigadas no semi-árido do nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v.5, n.1, p. 403-410, 1990.
- BLAD, L. B., BAKER, D. G. Reflected radiation from a soybean crop. *Agronomy Journal*, Madison, v.64, p.277-281, 1972.
- DAVIES, J. A., BUTTIMOR, P. H. Reflection coefficients, heating coefficients and net radiation at Simcoe, Southern Ontario. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 6, p. 373-386, 1969.
- FRITSCHEN, L. J. Net and solar radiation relations over irrigated field crops. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 4, p. 55-62, 1967.

GAY, L. W. The regression of net radiation upon solar radiation. *Arch. Meteorological Geophysics Bioclimatology*, Ser. B, v. 19, p. 1-14, 1971.

LINACRE, E.T. Estimating the net - radiation flux. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 49-63, 1968.

LEITÃO, M.M.V.R., AZEVEDO, P.V. de, COSTA, J.P.R. da. Balanço de radiação e energia numa cultura de soja irrigada, nas condições semi-áridas do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 6, Salvador -BA, Sociedade Brasileira de Meteorologia. *Anais...*, p. 27-32, 1990.

MATTHIAS, A.D., COATES, W.E. Wine Grape vine radiation balance and temperature modification with fine-mist nozzles. *Hort Science*. Alexandria - VA, v. 21, n. 6, p. 1453-1455, 1986.

MONTEITH, J.L. Radiation and crops. *Experimental Agricultural*, London, v.1, p. 241-251, 1965.

NKEMDIRIM, L.C. A note on the albedoes of surfaces. *Journal of Applied Meteorology*, Boston, v. 11, n. 5, p. 867-874, 1972.

NKEMDIRIM, L.C. Radiative flux relations over crops. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 11, p. 229-242, 1973.

OLIVER, H.R., SENE, K. J. Energy and water balance of developing vines. *Agricultural and Forest Meteorology*, Ser. A, Amsterdam, v. 61, p. 167-185, 1992.

PRATES, J.E., COELHO, D.T., STEINMETZ, S. Análise da variação temporal dos componentes do balanço em cultura de arroz (*Oryza sativa L.*) de equeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5, Rio de Janeiro -RJ, 1988. *Anais...*, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 29-33, 1988.

CPPSE
AIN
SEPARATAS

NECESSIDADE DE INSTRUMENTAÇÃO PARA MONITORAR NITRATO NO PERFIL DE SOLO, EM TEMPO REAL

Primavesi, O.¹; Primavesi, A.C.P.A.¹; Camargo, A.C.de¹; Pedroso, A.de F.¹
(1) EMBRAPA-CPPSE, CP 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, odo@cnpse.embrapa.br;
Projeto Embrapa 11.0.95.661 e FAPESP-Projeto 95/6495-1.

ABSTRACT

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. Tobiata with high nitrogen input (600 kg ha⁻¹ during 5 rainy months). Monitoring nitrate levels in soil, showed: 1) nitrate levels between 9 and 33 mg dm⁻³, although the high N-fertilizer use, 2) difficulty in sampling wet soil, 3) high variability of nitrate levels in a few days, sometimes without a clear causal determination, with a need of more specific study, to manage precision agricultural practices.

Key words: Nitrogen use, soil nitrate, monitoring.

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, sob 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 é Latossolo Vermelho-Amarelo arenoso, originalmente distrófico, manejado com Tobiata (Panicum maximum), recebendo elevada dose de fertilizante nitrogenado mineral. O monitoramento do teor de nitrato em uma destas áreas revelou que: 1) os teores de nitrato variaram entre 9 e 33 mg dm⁻³, faixa verificada na literatura, apesar

da alta dose de fertilizante nitrogenado aplicada, 2) existe dificuldade de monitoramento de nitrato em solos, devido a problemas com amostragem de terra, 3) ocorre grande variabilidade nos teores de nitrato em curto espaço de tempo, que necessita ser melhor estudada, para que possa haver melhor gerenciamento de atividades agrícolas de precisão.

Palavras-chave: Fertilizante nitrogenado, nitrato no solo, monitoramento.

1. Introdução

A necessidade da atividade agrícola ser competitiva, supõe aumento de produtividade da terra, especialmente quando localizada em região na qual seu valor imobiliário é elevado. Em solos distróficos e com textura arenosa a média, incluindo aquelas originadas sob vegetação de cerrado, na qual a lavoura anual ou mesmo a cafeicultura não são sustentáveis, a pecuária a pasto, em sistemas intensivos de produção, desponta como solução sustentável de atividade agrícola. Para intensificar a produção por unidade de área, o sistema necessita da entrada e o manejo eficiente de nitrogênio. Em condições tropicais, com a disponibilidade das gramíneas apresentando metabolismo fotossintético do tipo C_4 , que possuem elevado potencial de produção, e elevada potencial de supressão das espécies vegetais com metabolismo C_3 , como as leguminosas herbáceas, ocorre a demanda por fonte nitrogenada mineral ou organomineral, e que constitui o insumo agrícola mais caro.

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 um controle de qualidade e manejo adequado dos processos, insumos utilizados, dentro de conceito de agricultura de precisão (Buchner et al., 1980; Tamminga, 1992).

Porém, a necessidade de evitar danos à qualidade ambiental, especificamente a descarga de nitratos na água do lençol freático, considerando que entre 10 a 20% do nitrogênio aplicado transforma-se em nitrato, podendo ser lixiviado em profundidade, embora a maior parte do nitrogênio é perdido para a atmosfera especialmente quando lançado à superfície do solo, na forma de uréia, fonte nitrogenada mais barata, torna-se necessário o monitoramento contínuo de sua presença, com a finalidade de poder encontrar a melhor forma de controle de sua aplicação.

A variação no teor de $N-NO_3$ (nitrato) no solo é muito dinâmica, em função da época do ano, e que coincide com intensidade da atividade biológica no solo, relacionada com atividade de desenvolvimento vegetal, mineralização de material orgânico, precipitação pluvial, temperatura (Fassbender, 1980; Raij, 1991). No período da seca ocorre maior acúmulo em profundidade, e no período das chuvas verifica-se presença grande também na camada arável onde há maior atividade biológica (Raij, 1991), ou aplicação de fertilizantes nitrogenados. Raij cita dados em que o valor máximo de nitrato em Latossolo Roxo se aproxima de 50 mg dm^{-3} (100 kg ha^{-1}); embora normalmente varie entre 2 e 20 mg dm^{-3} (Fassbender).

2. Objetivo

Verificar a dinâmica do nitrato em pastagens que recebem até 600 kg ha^{-1} de N-uréia aplicados superficialmente, em um

período de descanso, no período das águas, com a finalidade de encontrar a melhor época de amostragem em trabalhos de monitoramento de impacto ambiental de sistemas agrícolas.

3. Materiais e métodos

É conduzido um sistema intensivo de produção de leite com bovinos holandeses preto e branco, utilizando pastejo rotacionado no período das águas, na Fazenda Canchim, do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE/EMBRAPA), no município de São Carlos, SP, compreendido entre as cotas altimétricas de 680 e 911 m, e as coordenadas geográficas $21^{\circ} 54'$ e $21^{\circ} 59'$ Sul, $47^{\circ} 48'$ e $47^{\circ} 52'$ Oeste, sob clima 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, na cabeceira da microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo (LV), com 30 g dm^{-3} de matéria orgânica, textura média (30% de argila), originalmente distrófico, formado sob vegetação de cerrado. No período das águas (out/nov-mar/abr) os animais em produção são manejados em piquetes de Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) 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 uma lotação atual média de 12 UA ha^{-1} ($\text{UA}=450 \text{ kg}$ de peso vivo por animal).

Foi monitorada uma das áreas de Tobiatã, no período das chuvas, considerando seis períodos espaçados de 3-4 dias, dentro do período de descanso de 30 dias, a que é submetida a pastagem:

1. 2 dias antes pastejo; pastagem com 28 dias em pousio,
2. 1 dia após pastejo, saída dos animais, +fezes+urina+adubação NK (120 kg ha^{-1}

- de N),
3. 3 dias após pastejo,
4. 7 dias após pastejo,
5. 10 dias após pastejo, e
6. 15 dias após pastejo.

A adubação NK é parcelada, sendo cada parcela aplicada em superfície imediatamente após retirada dos animais.

Medições de imagens digitais de cobertura de solo, em função do desenvolvimento vegetativo, acusaram cobertura de 89% aos 11 dias de descanso e 96% aos 22 dias, partindo de 54% iniciais, demonstrando desenvolvimento intenso da forrageira aos 11 dias de descanso da pastagem.

As amostragens de solo foram realizadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, considerando-se uma amostra composta de 5 subamostras. Buchner et al. (1980) sugerem o monitoramento até 100 cm, como procedimento de rotina para avaliar a disponibilidade de nitrato em solos agrícolas, em atividades direcionadas para agricultura de precisão. Os procedimentos para conservação das amostras no campo, e os analíticos de extração e quantificação de $N-NO_3$ e $N-NH_4^+$ seguiram os métodos descritos por Tedesco et al. (1985). Foi determinado também o nitrogênio amoniacal, precursor para o nitrogênio nítrico, a fim de permitir avaliar a dinâmica de transformação do N bem como a variação nos teores do N-total.

Foram levantados os dados de precipitação pluvial, medida na Estação Meteorológica do CPPSE, ocorrida nos 3-4 dias anteriores à amostragem de terra.

4. Resultados e discussões

Na Tabela 1 São apresentados os teores de nitrogênio nítrico e amoniacal no solo, das diferentes datas de amostragem.

Verifica-se uma redução genérica no teor de nitrato ao longo do perfil, e um teor mais elevado na superfície, após um dia de pastejo.

Tabela 1. Teor de nitrato e amônio no perfil do solo, nas diferentes amostragens em LV.

Data	06.2.98		10.2.98		13.2.98		17.2.98		20.2.98		25.2.98	
	2 dias antes		1 dia após		3 dias após		7 dias após		11 dias após		15 dias após	
Prof. cm	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
	mg dm ⁻³											
0-10	11	17	21	18	33	54	20	16	28	61	17	16
10-20	22	5	9	18	20	12	17	12	28	22	18	11
20-40	19	4	16	8	15	9	22	10	22	21	15	13
40-60	21	6	16	15	27	0	18	9	22	22	18	13
60-80	21	16	16	20	23	7	20	8	18	20	15	13
80-100	24	13	17	11	16	16	16	11	16	26	18	21
total	118,2	60,9	94,7	90,2	133,5	97,9	112,0	66,6	133,5	170,3	99,8	86,3
chuva	-10,2	-	-39,2	-	-11,6	-	-69,2	-	-21,0	-	-53,4	-

chuva, em mm, nos 3-4 dias anteriores.

A explicação seria uma imobilização do nitrato pela biomassa bacteriana do solo, ao mineralizar o sistema radicular senescente, devido à eliminação da parte aérea da forrageira nos animais em pastejo. O teor mais elevado

de nitrato ocorreu nos 3 dias após o pastejo, devido à maior incidência de sol ao nível do solo. Aos 3 dias após verificou-se, na camada superficial um aumento do N-amoniaco e também do nítrico, sugerindo liberação mais intensa do N-fertilizante. O aumento no teor de nitrato nas camadas inferiores pode ser redistribuição-lixiviação do N-fertilizante, como também liberação do N imobilizado pela biomassa bacteriana ocorrida 1 dia após o pastejo. Aos 7 dias de descanso verifica-se outra depressão no teor de nitrato, nas camadas superficiais, e que pode ser devido à grande demanda pela forrageira em seu pico de desenvolvimento vegetativo. Fica sem explicação o aumento nos teores de nitrato e também amônio aos 11 dias de descanso, e que pelo teor mais elevado de amônio, sugere uma mineralização intensa de matéria orgânica, e/ou entrada de N pelas chuvas ou lixiviação das folhas, ou outro pico de liberação pelo fertilizante uréia, em função das chuvas intensas.

Os valores de N-NO₃, nas camadas

superficiais, variaram de 9 a 33 mg dm⁻³ e do N-NH₄ de 5 a 61 mg dm⁻³. Estando portanto, os valores de nitrato dentro da faixa citada por Rajj (1991). O valor total de nitrato no perfil de 100 cm está próximo do valor citado por

RAJAJ, D. (1991). O N-fertilizante em uma produção típica de gramíneas pastagens de grãos, em condições de clima temperado.

Ocorreu grande dificuldade para misturar as amostras de terra molhadas, o que pode afetar a uniformização da amostra laboratorial. Em virtude desta dificuldade operacional e a grande variabilidade nos teores em curto espaço de tempo, devido a diversos interferentes, levanta-se a demanda por algum mecanismo que permita um monitoramento em tempo real, fluxo contínuo de nitrato no solo, em diferentes profundidades, visando reduzir impactos ambientais e aumento de eficiência de aplicação do adubo nitrogenado em sistemas intensivos de produção.

Pelos dados levantados, verifica-se que deveria haver um monitoramento até camadas mais profundas, baseado em dados de monitoramento no período seco do ano, em que o pico de nitrato chega a 200 cm (Turpin et al., 1998) em áreas que recebem fertilizantes minerais. Ao mesmo tempo deveria ocorrer um levantamento por período mais longo, talvez fechando o ciclo de desenvolvimento e pastejo

da forrageira no pasto, mas o que se torna muito trabalhoso pelo método de amostragem de terra convencional.

5. Conclusões

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

1. os teores de nitrato variaram dentro na faixa verificada na literatura, apesar da alta dose de fertilizante nitrogenado aplicada,
2. existe dificuldade no monitoramento de nitrato em solos, devido a problemas com amostragem de terra,
3. ocorre grande variabilidade nos teores de nitrato em curto espaço de tempo, e que necessita ser melhor estudada, para melhor gerenciamento de atividades agrícolas de precisão.

Referências

- CHNER, A.; STURM, H. *Gezielte Düngungen: intensiv, wirtschaftlich, umweltbezogen*. Frankfurt-Main: DLG Verlag, 1980. 319 p.
- ROSSBENDER, H.W. *Química de suelos: com ênfase en suelos de América Latina*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 390 p.
- RAJAJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343 p.
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J.Dairy Sci.*, v.75, n.1, 1992. p. 345-357.
- FEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros minerais*. Porto Alegre: UFRGS-Fac. Agron/Dep. Solos, 1985. 188p. (Boletim Técnico de Solos, 5)
- TURPIN, J.E.; THOMPSON, J.P.; WARING, S.A.; MACKENZIE, J. Nitrate and chloride leaching in Vertosols for different tillage and stubble practices in fallow-grain

cropping. *Aust.J. Soil Res.*, v.36, p.31-44, 1998.