ARMELIN, M. J. A.; PRIMAVESI, O. Aplicação da análise por ativação com nêutrons para determinação de ferro em forrageirasusadas no sistema intensivo de produção de bovinos de leite. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE APLICAÇÕES NUCLEARES - ENAN, 6., 11-16/8/2002, Rio de Janeiro, RJ. Papers, CD-Rom. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, 2002. CD-ROM, Papers, VI ENAN, Nuclear Analytical Techniques, EO2_428.pdf, 3p.

APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS PARA DETERMINAÇÃO DE FERRO EM FORRAGEIRAS USADAS NO SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE LEITE

SEP9212
ARM
2002
SP-2002.09212

Maria José A. Armelin* e Odo Primavesi**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Av. Lineu Prestes 2.242
Butantã, São Paulo, SP, Brasil

**Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, CPPSE/EMBRAPA
Caixa Postal 339
13560-970, São Carlos-SP, Brasil

5

RESUMO

A análise por ativação com nêutrons foi aplicada para determinar a concentração de ferro nas principais espécies de gramínea tropical, usadas nos sistemas intensivos de produção de bovinos de leite, em São Carlos, SP, Brasil. Verificou-se que as concentrações de Fe foram menores no período das chuvas em relação ao período das secas. Uma comparação dos resultados obtidos para estas forrageiras com o requerimento mínimo de ferro na matéria seca para a dieta de bovinos, mostrou que a concentração deste elemento nas forrageiras foi adequada.

Keywords: neutron activation analysis, iron, soil, forage.

I. INTRODUÇÃO

O ferro é essencial para todas as formas de vida, das plantas aos mamíferos. A sua função principal no metabolismo biológico é ajudar no transporte de oxigênio para as células. A deficiência de ferro resulta na síntese inadequada da hemoglobina e, como conseqüência provoca retardo no crescimento [1]. Níveis de ferro na dieta do animal, bastante acima do tolerável, provocam danos sérios para a saúde e, em casos extremos pode levar a morte [2].

As plantas forrageiras são a principal fonte de alimento para os bovinos em pastejo. Sabe-se da literatura [3] que a espécie forrageira, a idade fisiológica, a fertilidade do solo e, as condições ambientais a que as plantas são submetidas influenciam o seu crescimento e o seu valor nutritivo. Por esse motivo, são necessárias avaliações agronômicas de forrageiras antes da introdução e utilização em sistemas de produção através de pastejo, para que se possa programar manejos adequados.

Este trabalho é uma contribuição para um programa de avaliação de forrageiras a serem usadas em sistemas intensivos de produção de bovinos de leite. A análise por ativação com nêutrons foi empregada para determinar a concentração de Fe presente no período das chuvas e da seca hibernal, na parte aérea de três espécies de gramínea tropical cultivadas em quatro tipos de solos submetidos a diferentes manejos.

A análise por ativação com nêutrons é um método analítico multielementar que tem sido empregado para a determinação de minerais em solos [4,5], plantas [6,7] e fertilizantes [8].

II. PARTE EXPERIMENTAL

Protocolo de Amostragem, Coleta e Tratamento da Amostra. O protocolo de amostragem, coleta e tratamento da amostra foi realizado pelo Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE), em São Carlos, SP, sob clima tropical de altitude.

As espécies de forrageiras que participaram deste estudo foram: capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), grama-batatais (*Paspalum notatum*) e capim-tobiatã (*Panicum maximum cv. Tobiatã*), cultivados em diferentes tipos de solo e condições de cultivo, conforme mostra a TABELA 1. As áreas 3 e 5 receberam adubação mineral composta de: (3) 2 t / ha de calcário dolomítico e 250 kg / ha de nitrogênio parcelado em 5 vezes, na forma de sulfato de amônio e, (5) 2 t / ha de calcário dolomítico, 400 kg / ha de nitrogênio parcelado em 5 vezes, na forma de uréia, e 400 kg / ha de potássio na forma de cloreto de potássio.

PROCI-2002.00005
ARM
2002
SP-2002.00005

Como a parte consumida pelos animais é a parte aérea, constituída pelas folhas e caules finos, esta foi a parte coletada a aproximadamente 7 cm da superfície do solo. A primeira coleta ocorreu em 3/02/98, época das chuvas e, a segunda em 4/08/98, época de seca, inverno. Parte do material coletado, aquele destinado para determinação de ferro, foi seco em estufa com circulação de ar, a 60°C. Depois de seco foi moído em moinho tipo Willey e passado por peneira de 20 *mesh*. Aproximadamente 200 mg do material foi pesado dentro de envelopes de polietileno, previamente limpo, para irradiação.

TABELA 1. Espécies de Forrageira, Tipo de Solo e Manejo.

Solo	Forrageira	Abreviação
1. Areia Quartzosa(AQ)	Braquiária	1AQB
2. Latossolo Vermelho (LV)	Braquiária	2LVB
3. Latossolo Vermelho (LV)	Braquiária	3LVB
4. Latossolo Vermelho (LV)	Tobiatã	4LVT
5. Latossolo Vermelho (LV)	Tobiatã	5LVT
7. Latossolo Vermelho (LV)	Batatais	7LVBA
9. Latossolo Roxo (LR)	Braquiária	9LRB
10. Latossolo Roxo (LR)	Batatais	10LRBA
11. Latossolo Roxo (LR)	Tobiatã	11LRT
12.Terra Roxa Estruturada (TE)	Braquiária	12TEB
13. Terra Estruturada (TE)	Batatais	13TEBA

B – Braquiária; **T** – Tobiatã; **BA** – Batatais; tratamentos 3 e 5 *receberam adubação mineral.*

Preparação do Padrão de Ferro. Uma solução padrão de ferro foi preparada a partir do ferro metálico dissolvido com HNO_3 a quente e diluída com água destilada. Desta solução pipetaram-se 100 µL sobre pequenas tiras de papel de filtro Whatman n° 41, que foram secas sob lâmpada de raios infravermelhos. Depois de seco o padrão foi colocado dentro de envelope de polietileno, previamente limpo. O padrão assim preparado tinha massa de 186 µg de ferro. A exatidão do padrão de Fe foi confirmada por meio de 9 determinações de Fe, usando o método de análise por ativação, em cada um dos seguintes materiais de referência: NIES-CRM-10C Rice Flour e BCR-CRM-186 Pig Kidney.

Irradiação e Medida da Radiação Gama. Grupos contendo: cinco amostras juntamente com um padrão de Fe foram irradiados por 8 horas no reator IEA-R1, sob fluxo de nêutrons térmicos da ordem de 10^{12} n cm^{-2} s^{-1}. Depois de um tempo de decaimento de aproximadamente 10 dias mediu-se a radiação gama emitida pelo ^{59}Fe, no fotopico de 1099 keV. O equipamento usado para a medida da radiação gama foi um Canberra modelo GX2020 acoplado a um detector de Ge hiperpuro com um processador de sinal e sistema MCA 100, ambos da Canberra.

O detector usado tinha resolução (FWHM) de 0,9 keV para o fotopico de radiação gama de 122 keV do ^{57}Co e, 1,9 keV para o fotopico de 1332 keV do ^{60}Co. A análise do espectro foi feita usando um microcomputador, através do programa VERSÃO2 em linguagem Turbo Basic.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exatidão do padrão de Fe, estimada através do erro relativo obtido nas análises dos materiais de referência, foi menor que 6,5% para ambos materiais analisados.

Fizeram-se duas determinações de Fe para cada amostra. O erro individual de cada análise, considerando somente o decorrente da estatística de contagem, variou de 1 a 2% e, o erro entre as duas repetições variou de 1 a 10%. A TABELA 2 mostra a concentração média de Fe em mg/kg para as forrageiras analisadas, conforme indicadas na TABELA 1.

TABELA 2. Concentração de Fe nas Forrageiras, em mg/kg.

Forrageira	Coleta: 3/02/98 (Estação chuvosa)	Coleta: 4/08/98 (Estação seca)
1AQB	253	3374
2LVB	138	1093
3LVB	86	527
4LVT	77	199
5LVT	102	253
7LVBA	237	906
9LRB	404	509
10LRBA	668	2336
11LRT	974	2453
12TEB	285	1669
13TEBA	1717	4681

De modo geral, verificou-se que a concentração de Fe foi menor nas forrageiras no período das chuvas, independente do tipo de solo. Segundo a literatura [1], a concentração de ferro nas plantas é reflexo da espécie e do tipo de solo sobre o qual a planta cresceu. Este fato é notado nos resultados da TABELA 2, visto que a concentração de ferro na gramínea Tobiatã, cultivada em Latossolo Vermelho, é menor quando comparada com a concentração encontrada nas outras gramíneas, independente do período seco ou chuvoso.

Verificou-se que os níveis de concentração de ferro nas forrageiras atendem às necessidades mínimas de 50 mg de Fe/kg de matéria seca, para a dieta de bovinos [2]. Isto indica que a suplementação de ferro não é necessária nas pastagens constituídas por essas forrageiras. Em alguns casos, principalmente na época de seca, a concentração de ferro ultrapassou a máxima tolerável de 1000 mg/kg de matéria seca [2]. Deve ser salientado que para os valores de requerimento e o de máximo tolerável assumiu-se que a disponibilidade biológica de ferro na dieta é alta. Assim, espera-se que os animais possam tolerar concentrações mais

altas quando o ferro presente na alimentação tem baixa biodisponibilidade.

IV. CONCLUSÃO

Verificou-se que não há necessidade de suplementar a dieta com ferro se, a fonte principal de alimento para o bovino de leite for uma das forrageiras aqui estudadas. Com base nos resultados de concentração de Fe mostrados na TABELA 2, pode-se dizer que o método de análise por ativação com nêutrons foi suficientemente sensível para discriminar os diferentes níveis de concentração de ferro nas forrageiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da FAPESP, CNEN e EMBRAPA.

REFERÊNCIAS

[1] Mineral Tolerance of Domestic Animals – **National Research Council** – Washington, National Academy Press, p. 242-255, 1980.

[2] Nutrient requirement of dairy cattle – **National Research Council** – Sixth revised edition, Washington, National Academy Press, p. 20-88, 1989.

[3] Mott,, G. O. **Evaluación de la producción de forrages.** In: Hughes, H.D., Heath, M.E., Metcalf, D.S. (Eds). **Forrages,** Cia. Ed. Continental, p. 131-141, 1966.

[4] Cruvinel, P.E., Crestana, S., Artaxo, P., Martins, J.V., Armelin, M.J.A., **Studying the Spatial Variability of Cr in Agricultural Field Using Both Particle Induced X-Ray Emission (PIXE) and Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) Technique**, Nucl. Instr. And Meth. B 109/110, p. 247-251, 1996.

[5] Primavesi, O., Armelin, M.J.A., Piasentin, R.M., Primavesi, A.C.P.A., Cruvinel, P.E., **Caracterização mineral de solos agrícolas utilizando a análise instrumental por ativação com nêutrons**, Anais do II Siagro, ISBN 85-86463-05-1, p. 129-137, 2000.

[6] Piasentin, R.M.,Armelin, M.J.A., Primavesi, O., Cruvinel, P.E., **Study on the mineral extration of legume and grass species from various soil types, by instrumental neutron activation analysis,** J.Radioanal. Nucl. Chem., vol. 238 (1-2), p. 7-12, 1998.

[7] Piasentin, R.M., Armelin, M.J.A., Primavesi, O., Saiki, M., **Study on the absorption of Fe, Mn, Mo and Zn by two cultivars of pigeonpea (*Cajanus cajan*, Millsp) submitted to two doses of fertilizers using INAA,** J.Radioanal. Nucl. Chem., vol. 244 (2), p. 295-297, 2000.

[8] Primavesi, O., Piasentin, R.M., Armelin, M.J.A., Primavesi, A.C.P.A., Pedroso, A.F., **Caracterização mineral de insumos agrícolas, pelo método de análise por ativação com nêutrons**. Anais do II Siagro. ISBN 85-86463-05-1, p. 148-153, 2000.

ABSTRACT

Neutron activation analysis (NAA) was applied to evaluate the Fe concentration in the main tropical forage grasses used in intensive dairy cattle production systems, in São Carlos, SP, Brazil. Iron concentrations were smaller in the in the rain season than in the dry one. Comparison of results obtained in the analyses of forages with daily requirements of iron in dry matter, showed that the Fe concentration in forages was adequate.

14129