

# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO MINERAL NA ABSORÇÃO DE ELEMENTOS ESSENCIAIS POR UMA ESPÉCIE DE GUANDU PELO MÉTODO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS

Ricardo M. Piasentin\*, Maria José A. Armelin\* , Odo Primavesi\*\* e Paulo E. Cruvinel\*\*\*

\*Supervisão de Radioquímica, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP  
Caixa Postal 11049  
05422-970, São Paulo, Brasil

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

\*\*\*Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária - CNPDIA/EMBRAPA  
Caixa Postal 741  
13560-970, São Carlos-SP, Brasil

## RESUMO

Vinte e quatro amostras de uma variedade de Guandu (*Cajanus cajan*, Millsp) foram analisadas pelo método de Análise por Ativação com Nêutrons (AAN). As amostras consistem de folhas de plantas cultivadas sob duas diferentes condições de adubação, utilizando-se, como adubo, cinco diferentes microminerais: Co, Fe, Mn, Mo e Zn; aplicados individualmente no solo de cada amostra. Para cada amostra, foram feitas coletas em duas diferentes épocas. O objetivo do trabalho é verificar a variação nas absorções de cada elemento, considerando-se sua disponibilidade no solo.

**Palavras Chave:** análise por ativação com nêutrons, guandu, plantas forrageiras, adubação mineral, nutrição animal.

## I. INTRODUÇÃO

Na área de nutrição animal, o desequilíbrio de minerais, deficiências ou excessos, em solos ou forragens; pode ser apontado como um dos principais responsáveis pela baixa produção e problemas reprodutivos dos ruminantes de regiões tropicais [1]. Os animais dependem das pastagens e da água para obtenção de energia, proteínas, vitaminas e minerais, para atender suas demandas fisiológicas. Com a periodicidade climática, tem-se alta disponibilidade de forragens no período chuvoso e baixo oferecimento destes alimentos no período seco, o que resulta em carências de proteína, energia e alguns macro e microelementos nesta estação. Um modo de compensar o prejuízo sofrido na dieta dos bovinos é fornecer forragem de alta qualidade aos animais, através do pastejo ou de seu fornecimento no cocho, sob a forma de feno ou verde [2,3].

O **Guandu** (*Cajanus cajan*, Millsp), uma espécie de leguminosa de fácil cultivo, originária da África e adaptada às condições brasileiras, tem sido usada como

fonte econômica de proteínas para a alimentação suplementar de ruminantes durante o período das secas. Além da produção de forragem de alto valor nutritivo, o guandu também é utilizado sob a forma de grãos para consumo humano, como farinha para aves ou suínos, ou ainda, como cultura restauradora de solos (adubo verde). Contudo, apesar da ampla utilização do guandu, dados da composição de microelementos e elementos traço de espécies dessa forrageira ainda são escassos na literatura.

Foram analisadas, pelo método de Análise por Ativação com Nêutrons (AAN), amostras de uma variedade de guandu submetida à duas diferentes doses de adubação com alguns elementos minerais, a saber: Co, Fe, Mn, Mo e Zn, aplicados individualmente e, que foram coletadas em 2 épocas diferentes. O presente trabalho tem por objetivo verificar a influência da aplicação destes minerais na absorção de cada um dos elementos de interesse.

## II. PARTE EXPERIMENTAL

**Preparação da amostra.** Vinte e quatro amostras de uma variedade de guandu (EPAMIG 1822), selecionadas para este estudo, foram cedidas pelo Departamento de Solos, Nutrição e Plantas do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, EMBRAPA/CPPS São Carlos. As plantas foram submetidas à duas doses diferentes de adubação (dose 1 e 2), dos seguintes elementos: Co, Fe, Mn, Mo e Zn. As doses 2 apresentavam o dobro da concentração das doses 1 para cada elemento. As amostras foram coletadas em duas épocas de corte, espaçadas de 10 meses uma da outra (cortes 1 e 3). As folhas das plantas frescas, incluindo as nervuras e o limbo foliar, foram secas em estufa, com circulação forçada de ar, à 65 °C, por aproximadamente 48 horas. Depois foram moídas em moinho tipo Willey e passadas por peneira de 20 mesh, formando um conjunto homogêneo.

**Preparação dos padrões.** Os padrões foram preparados a partir de soluções obtidas pela dissolução dos elementos ou de seus compostos espectroscopicamente puros. Alíquotas de 25 µL dessas soluções foram transferidas, por meio de micropipetas, para papel de filtro Whatman nº 41, de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de área.

Os padrões preparados apresentavam as seguintes massas: Co (1,115 µg), Fe (181 µg); Mn (3,25 µg); Mo (50,115 µg) e Zn (25,17 µg).

Para efeito de medida da radiação gama dividiram-se os padrões em três grupos: grupo **a**) Mn, grupo **b**) Mo e grupo **c**) Co, Fe e Zn.

**Irradiação e medida da radiação gama.** As amostras e os padrões do grupo **a** (Mn), foram irradiados juntos, dentro de um recipiente de nylon, sob um fluxo de nêutrons térmicos de  $0,43 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , por um período de 3 minutos, no reator IEA-R1.

Após a irradiação, amostras e padrões foram transferidos para recipientes adequados para a medida da radiação gama (contagem).

O espectro da radiação gama das amostras foi medido depois de um tempo de resfriamento aproximado de 15 minutos. Nesta etapa, cada amostra foi contada por 12 minutos para a medida do fotopico correspondente à radiação gama do <sup>56</sup>Mn, em 1811 keV.

Para a análise dos elementos dos grupos **b** e **c** (Mo, Co, Fe e Zn), irradiaram-se amostras e padrões juntos, em um recipiente de alumínio, sob um fluxo de nêutrons térmicos de  $1,84 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , durante 8 horas, no reator IEA-R1. Após a irradiação, deixou-se o material resfriar por um período de, aproximadamente, 3 dias. Em seguida, amostras e padrões foram transferidos para recipientes adequados e as primeiras medidas das amostras e do padrão de interesse foram feitas. Os espectros da radiação gama foram medidos por um período aproximado de 6 horas para cada amostra, com o intuito de se determinar o Mo, cujo fotopico, correspondente ao <sup>99</sup>Mo, encontra-se em 140 keV. Para a análise dos elementos restantes (grupo **c**), após um tempo

de resfriamento adicional de cerca de 10 dias, fez-se a segunda contagem da radiação gama para cada amostra, por um período semelhante ao das primeiras contagens. Este tempo de resfriamento adicional é necessário para que se obtenha um espectro mais limpo, sem os radionuclídeos interferentes, como <sup>82</sup>Br, <sup>42</sup>K, <sup>24</sup>Na e outros, que apresentam valores de meia-vida de até 35 horas.

Sendo assim, as segundas contagens permitiram a medida dos fotopicos correspondentes aos seguintes radionuclídeos: <sup>60</sup>Co em 1173 keV, <sup>59</sup>Fe em 1099 keV e <sup>65</sup>Zn em 1115 keV.

Uma vez terminada as contagens, as áreas sob os fotopicos dos radionuclídeos de interesse das amostras foram comparadas com as respectivas áreas sob os fotopicos dos padrões, para a determinação das concentrações dos elementos analisados.

O equipamento usado para as medidas da radiação gama foi um detector de Ge hiperpuro da EG & ORTEC, modelo 20195, com resolução de 1,95 keV para o fotopico de 1332 keV do <sup>60</sup>Co. Acoplado ao detector tinha-se um sistema eletrônico constituído de BUFFER - 918A de 8000 canais, marca EG & ORTEC, amplificador, fonte de alta tensão e microcomputador. A função do microcomputador era analisar os dados armazenados na memória do multicanal, através de um programa em linguagem "Turbo Basic".

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variedade de guandu (EPAMIG 1822), estudada no presente trabalho, é um material genético selecionado para solos de baixa fertilidade, apresentando saturação por bases em torno de 15%. Nestas condições, o pH é baixo e ocorre uma disponibilidade natural elevada de Fe, Mn e Zn; e baixa de Mo. Porém, o guandu foi cultivado em um solo no qual a saturação por bases foi elevada para 50%, através da calagem, para que a disponibilidade de nutrientes fosse reduzida. Foi, justamente, por isso que a espécie em estudo apresentou variação na produção de biomassa, ou na absorção mineral, com a aplicação de micronutrientes na forma de adubo.

Com o objetivo de acompanhar o balanço mineral das plantas cultivadas, para detectar a redução ou o acúmulo de elementos em nível prejudicial, bem como verificar a alteração das concentrações pela entrada específica dos elementos adubos: Co, Fe, Mn, Mo e Zn; individualmente, no sistema de produção; 24 amostras de plantas foram analisadas. A TABELA 1. mostra os valores das concentrações, seguido do erro estatístico de contagem das várias amostras. Foram utilizados dois valores de concentração para cada elemento, representados por dose 1 e 2; e com a dose 2 correspondendo ao dobro do valor da dose 1. Para cada par de amostras, que receberam as diferentes doses do mesmo adubo, estão associados dois valores que correspondem às concentrações das "testemunhas", ou seja, as amostras que foram cultivadas sem receber adição

de qualquer incremento mineral. E portanto, é em relação à sua respectiva testemunha que cada amostra adubada

deve ser analisada, para se verificar o resultado obtido.

TABELA 1. Valores das concentrações dos elementos adubos absorvidos pelas amostras de guandu, submetidas à duas diferentes doses e coletadas em duas diferentes épocas.

Elementos	CORTE 1				CORTE 3			
	testemunha	dose 1	testemunha	dose 2	testemunha	dose 1	testemunha	dose 2
Co / ppb	45 ± 5	61 ± 5	30 ± 3	64 ± 7	91 ± 4	95 ± 5	112 ± 7	107 ± 7
Fe / ppm	72 ± 4	170 ± 9	81 ± 9	182 ± 5	82 ± 5	97 ± 7	78 ± 6	61 ± 4
Mn / ppm	87 ± 3	123 ± 3	108 ± 3	126 ± 3	57 ± 1	46 ± 1	55 ± 1	69 ± 2
Mo / ppb	470 ± 28	787 ± 227	506 ± 104	2131 ± 124	475 ± 86	696 ± 102	1037 ± 152	1538 ± 122
Zn / ppm	28 ± 1	27 ± 1	22 ± 1	25 ± 1	17 ± 1	16 ± 1	19 ± 1	18 ± 1

O comportamento das diversas plantas em relação à adubação com cada um dos diferentes elementos estudados, com doses diferentes de adubo mineral e, em diferentes épocas de corte, pode ser resumido pelas seguintes observações gerais:

Para as plantas adubadas com Co, verifica-se uma tendência para que as plantas mais jovens (corte 1) reajam positivamente à adubação com Co, em relação à testemunha; não havendo, contudo, alteração com a concentração do adubo mineral. Também merece ser mencionado, que as plantas mais velhas (corte 3) apresentam maiores concentrações de Co do que as mais jovens. Isto está ilustrado na Figura 1.

A adubação com Fe parece favorecer, significativamente, a absorção deste elemento pelas plantas mais jovens. Porém, observa-se que, a dose de adubo, para este elemento, não afeta a sua absorção pelas plantas. No caso das plantas mais velhas, não há variação na absorção de Fe, com a variação da dose de adubação, Figura 2.

Os resultados obtidos na adubação com Mn mostram uma tendência semelhante na absorção deste elemento, com aquela verificada para o Co, porém com um ganho relativamente maior, para o corte 1. Para as plantas mais velhas observa-se um comportamento um pouco irregular com respeito à relação entre dose de adubação e absorção de Mn. Diferentemente do que se observou com as plantas adubadas com Co; nas plantas mais velhas ocorre uma redução na absorção de Mn, comparada com as plantas mais jovens, Figura 3.

Para as plantas jovens, adubadas com Mo, observa-se uma reação positiva em relação à adubação e, à medida que se aumenta a dose de incremento mineral, aumenta-se a absorção deste elemento pela planta. Este efeito é também observado para as plantas mais velhas, Figura 4.

As concentrações de Zn, encontradas nas amostras analisadas, mostram que parece não haver variação na absorção deste elemento com a adição de adubo em

diferentes doses, tanto para as plantas jovens, como para as mais velhas, Figura 5.

O interesse em estudar as respostas das plantas, quanto à absorção destes microminerais específicos, deve-se ao fato de Fe, Mn, Mo e Zn serem elementos essenciais para as plantas e, do Co, apesar de ser não essencial para as plantas, ser essencial para os animais ruminantes [4,5].

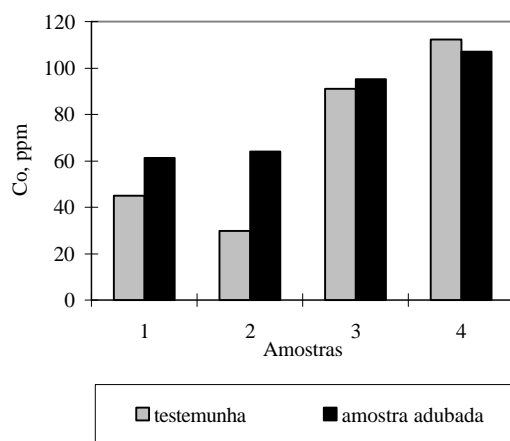


Figura 1. Valores das Absorções de Co em Função da Dose de Adubo e da Época de Corte.

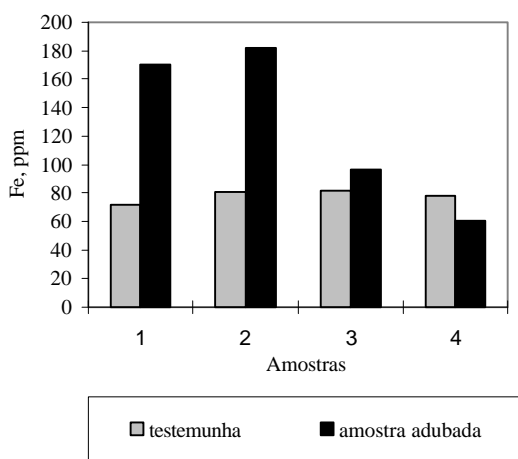


Figura 2. Valores das Absorções de Fe em Função da Dose de Adubo e da Época de Corte.

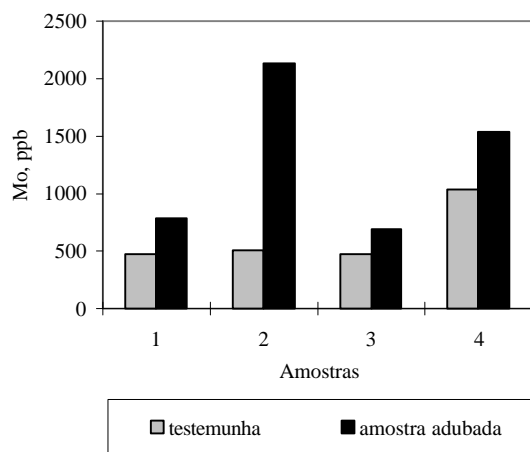


Figura 4. Valores das Absorções de Mo em Função da Dose de Adubo e da Época de Corte.

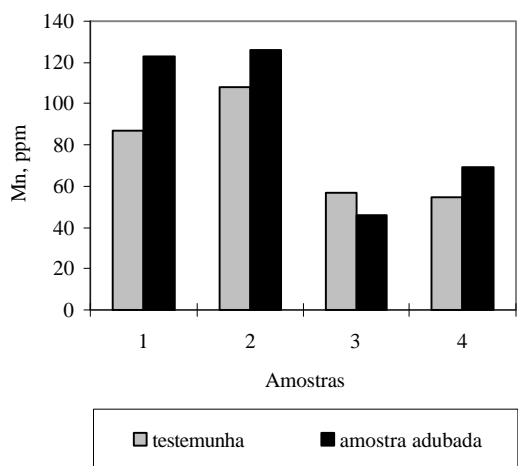


Figura 3. Valores das Absorções de Mn em Função da Dose de Adubo e da Época de Corte.

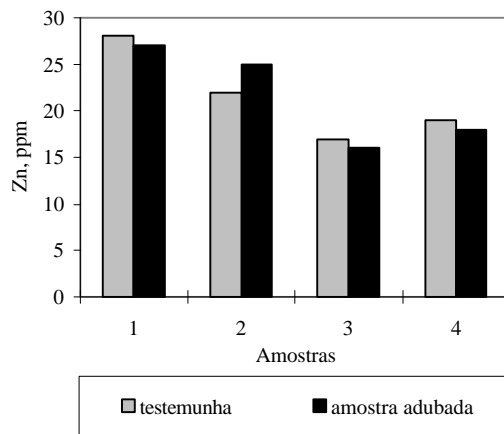


Figura 5. Valores das Absorções de Zn em Função da Dose de Adubo e da Época de Corte.

#### IV. CONCLUSÃO

Embora o número de amostras analisadas no presente trabalho não seja, ainda, suficiente para que se possa estabelecer um comportamento geral desta espécie de guandu estudada, em relação à absorção de minerais, quando se utiliza diferentes doses de adubação mineral, pôde-se verificar que o método de Análise de Ativação com Nêutrons é bastante satisfatório para se medir a variação na absorção de Co, Fe, Mn, Mo e Zn. Além disso, o método também mostrou que pode ser utilizado para a determinação de um grande número de outros micronutrientes e elementos-traço, uma vez que não há a necessidade de digestão ou calcinação das amostras, reduzindo com isso os riscos de contaminação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do CNPq e à EMBRAPA, pelo financiamento do projeto 12.0.94.090.

## REFERÊNCIAS

- [1] McDowell, L. R.; Conrad, J. H.; Ellis, G. L. e Loosli, J. K., **Minerales para ruminantes en pastoreo en regiones tropicales**. Boletín del Departamento de Ciencia Animal Centro de Agricultura Tropical Universidad de Florida, Gainesville.
- [2] Costa, N. L., **Guandu, alimento muito nutritivo para o gado**. A Lavoura, p 26-31, Set-Out 1990.
- [3] Malaquias Jr, J. D.; Nascimento Jr, D. e Campos, O. F., **Utilização do Guandu (*Cajanus cajan* Millsp.) como substituto parcial do concentrado na dieta de bezerros desaleitados precocemente, no período das secas**. Rev. Soc. Zootec., vol. 20, nº 4, p 373-83, 1991.
- [4] Epstein, E., **Nutrição mineral das plantas - princípios e perspectivas**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p 49, 1975.
- [5] Primavesi, A., **Manejo Ecológico de Pastagens - Em Regiões Tropicais e Subtropicais**. Editora Centaurus Ltda., p 18, 1982.

## ABSTRACT

Twenty-four samples belonging to a variety of *Cajanus cajan* Millsp, were analysed by Neutron Activation Analysis method (NAA). Samples are constituted of leaves of plants cultivated under two different manuring conditions, making use of five different microminerals: Co, Fe, Mn, Mo and Zn, which were applied, individually, into the soil of each sample. For each plant, one collected samples in two different times. Verifying the variation in the absorptions of each element, considering its disponibility in the soil, is the purpose of this paper.