

EFEITO DAS DOSES DE CÁLCIO NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E NA CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS JOVENS DE SERINGUEIRA (*Hevea* spp.)¹

Ismael de Jesus Matos VIÉGAS²

Maria do Carmo Thomaz SAMPAIO³

Carmen Rosana COSTACURTA⁴

Maria Alice Alves THOMAZ⁵

Eurico PINHEIRO⁶

Janice Guedes de CARVALHO⁷

RESUMO: A pesquisa objetivou avaliar o efeito das doses de cálcio sobre a produção de matéria seca e na concentração de macronutrientes em diversas partes da seringueira. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – Belém. Utilizou-se o delineamento experimental blocos ao acaso com quatro tratamentos (doses de 0, 50, 100 e 150 mg/L de Ca fornecido como nitrato de cálcio) e cinco repetições. Aos seis meses do início dos tratamentos, os resultados mostraram que o cálcio elevou a produção de matéria seca em todas as partes da seringueira, até a dose de 66,8 mg/L na planta inteira, gerando um efeito depressivo a partir dessa dose. Nos verticilos foliares, a produção de matéria seca obedeceu à ordem: folhas do verticilo superior > folhas do verticilo médio > folhas do verticilo inferior; no caule, a produção de matéria seca foi caule do verticilo inferior > caule do verticilo médio > caule do verticilo superior. A produção total de matéria seca na planta inteira apresentou a seqüência: caule > raiz > folhas. O aumento das doses de cálcio não mostrou efeito na concentração de N, P e K em nenhuma das partes da planta, entretanto, aumentaram os teores de Ca nas diversas partes da planta, especialmente nas folhas do verticilo inferior e reduziram a absorção de Mg e S.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Macronutrientes, Plântulas, Nitrato de Cálcio..

EFFECT OF CALCIUM LEVELS ON DRY MATTER PRODUCTION AND MACRONUTRIENTS CONCENTRATION IN THE TISSUE OF YOUNG PLANTS OF RUBBER (*Hevea* spp).

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the effect of different levels of calcium on the production of dry matter and nutrient concentration in the tissue of rubber seedlings. The work was made in the greenhouse of the Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, using a randomized block experimental design with four treatments and four replicates. Calcium was applied as calcium nitrate in the doses of 0, 50, 100 and 150 ml/l. The results showed that calcium increased the dry matter production of plants up to 66,81 mg/l,

¹ Aprovado para publicação em 08.02.2001

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, C. P.: 48, CEP 66017-970, Belém-Pará, Professor Visitante da FCAP.

³ Engenheira Agrônoma, Professora Titular da FCAP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Fundação Municipal de Assistência ao Estudante – FMAE

⁵ Engenheira Agrônoma, M.Sc., Fundação de Parque e Áreas Verdes de Belém.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

⁷ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

decreasing growth of rubber seedlings beyond that dose. Dry matter production of seedlings followed the order trunks >roots >leaves. Calcium application also increased the concentration of Ca in the tissues of the plant and reduced the absorption of Mg and S. There was not a significative effect of calcium on the concentration of N, P and K .

INDEX TERMS: Seedlings, Calcium Nitrate.

1 INTRODUÇÃO

A seringueira, planta originária de regiões de solos pobres quimicamente, mas de boas características físicas, como profundidade, porosidade e permeabilidade, tem mostrado melhor desenvolvimento e maior produtividade através do uso de fertilizantes.

Embora a seringueira extraia consideráveis quantidades de cálcio, não são encontradas na literatura referências ao efeito do cálcio sobre o crescimento da planta e produção de borracha. Entretanto, nos principais países orientais produtores de borracha natural, como a Malásia, o cálcio é fornecido com certa freqüência na adubação de seringais, pelo uso regular de rocha fosfatada que contém até 42% de CaO.

No Brasil, onde se cultiva a seringueira, há poucos trabalhos sobre os efeitos do cálcio na cultura, apesar de existirem algumas pesquisas mostrando o efeito da aplicação do calcário dolomítico sobre o desenvolvimento e a produção da seringueira. Mesmo quando cultivada em solos de baixa fertilidade natural, onde altos níveis de alumínio no substrato provocam distúrbios nutricionais e redução no crescimento da planta, a seringueira tem mostrado melhor desenvolvimento e resposta em produtividade, quando são corrigidas as limitações nutricionais.

Pesquisa realizada por Alves (1987), em viveiro de seringueira, mostrou que o cálcio foi o segundo nutriente mais absorvido, enquanto a desenvolvida por Guerrini (1983) em seringal com quatro anos de idade, foi o terceiro nutriente com maior conteúdo. Esses resultados mostram a importância do cálcio para a cultura da seringueira.

Além disso, o uso de formulações NPK mais concentradas e, conseqüentemente, com baixo teor de cálcio e/ou adubos fosfatados sem cálcio, aliados ao cultivo de clones mais produtivos e, portanto, exigentes em nutrientes, enfatizam a importância de estudos específicos sobre o efeito desse nutriente na nutrição mineral e no desenvolvimento da seringueira.

Com base nas considerações acima, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar, em condições de casa de vegetação, o efeito das doses de cálcio na produção de matéria seca e na concentração de macronutrientes em plantas jovens de seringueira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP). Utilizaram-se sementes de seringueira (*Hevea* spp) procedentes dos seringais do stand Belterra, as quais são

predominantemente de *Hevea benthamiana* ou de híbridos com essa espécie. A semeadura foi realizada em canteiro contendo serragem curtida como substrato. A germinação ocorreu dezoito dias após a semeadura. As plantas de seringueira foram transplantadas para sacos de plástico preto medindo 25 cm x 50 cm, contendo 9 kg de areia lavada. Cada saco recebeu duas plantas, sendo que aos 30 dias foi realizado o desbaste, ficando uma planta por saco. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de doses de cálcio nas seguintes concentrações: 0 mg/L (omissão de cálcio); 50 mg/L de cálcio; 100 mg/L de cálcio e 150 mg/L de cálcio.

As plantas foram irrigadas durante um mês com solução nutritiva completa, de Hoaglan & Arnon (1950), diluída em água destilada na proporção de 1:2 com o objetivo de se obter uniformidade. Decorridos 30 dias, as plantas receberam a solução nutritiva na proporção de 1:1. O ferro da solução nutritiva foi fornecido sob a forma de Fe-EDTA. A referida solução foi modificada quanto aos níveis de cálcio correspondentes aos tratamentos. As doses de cálcio foram fornecidas na forma de nitrato de cálcio. O pH da solução nutritiva foi mantido no valor de 5,5 para todos os tratamentos

As plantas foram coletadas com 180 dias de idade e separadas em raízes, folhas do verticilo superior (FVS), folhas do verticilo médio (FVM), folhas do verticilo

inferior (FVI), caule do verticilo superior (CVI), caule do verticilo médio (CVM) e caule do verticilo inferior (CVI). Após a colheita, as amostras foram lavadas com água desmineralizada, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 65-70° C, até atingirem peso constante.

As determinações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas, caules e raízes foram realizadas seguindo-se os métodos descritos por Sarruge & Haag (1974). O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl; o fósforo, por colorimetria; o potássio, cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica. O enxofre, por espectrofotometria de absorção atômica, método indireto, com bário.

As variáveis analisadas, visando à avaliação do experimento, foram: produção de matéria seca e concentração dos macronutrientes nas raízes, folhas e caules do primeiro, segundo e terceiro verticilos. Os dados foram submetidos à análise de variância e, obtida a significância, empregou-se o teste de Tukey ao nível de 5% para comparação entre as médias, e determinou-se a equação de regressão que apresentou melhor ajuste.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Os resultados obtidos aos seis meses de idade para a produção de matéria seca nas diferentes partes da planta, em função das doses de cálcio, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de matéria seca nas diferentes partes da seringueira em função da dose de cálcio.

Parte da planta	Dose de cálcio (mg/L)			
	0	50	100	150
Raízes	18,47 a	26,67 b	19,30 b	15,15 ab
CVI	20,57 a	47,57 a	24,85 a	16,97 a
FVI	2,90 d	10,40 c	7,15 d	2,35 c
CVM	7,00 c	12,40 c	10,07 c	7,10 b
FVM	7,12 c	12,85 c	10,62 c	7,67 b
CVS	7,05 c	11,17 c	7,37 c	6,60 b
FVS	12,72 b	19,55 b	14,77 b	10,20 b

Nota: Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observando a comparação entre as médias apresentadas na Tabela 1, nota-se um comportamento variável em todas as partes da planta em função das doses de cálcio. A dose que proporcionou as maiores produções de matéria seca em todas as partes da planta foi a de 50 mg/L de cálcio, ocorrendo, a partir daí, um efeito depressivo. Na testemunha, sem aplicação de cálcio, a maior produção ocorreu no caule do verticilo inferior (CVI), não apresentando, porém, valores significativamente diferentes em relação à produção das raízes. Entretanto, nas doses subseqüentes de 50mg/L e 100 mg/L mostrou-se superior. Os menores valores foram verificados nas folhas do verticilo inferior (FVI), nas doses de 0, 100 e 150 mg/L de cálcio.

Em ordem decrescente, a produção de matéria seca nos verticilos foliares, observada na Tabela 1, foi: folhas do verticilo superior (FVS) > folhas do verticilo médio (FVM) > folhas do verticilo inferior (FVI). No caule, a produção de matéria seca comportou-se da seguinte forma: caule do verticilo inferior (CVI) >

caule do verticilo médio (CVM) > caule do verticilo superior (CVS).

A partir dos resultados obtidos, nota-se que o cálcio, na dose de 50 mg/L, contribuiu, significativamente, para o aumento da produção de matéria seca em todas as partes da planta, estando de acordo com os resultados obtidos por Santana et al. (1996), que observaram aumentos representativos, tanto no diâmetro do caule quanto na altura de plantas de seringueira, quando submetidas a diferentes níveis de cálcio. Isso pode ser explicado pela função que o nutriente exerce na planta, ou seja, requerido para a alongação e divisão celular, refletindo drasticamente no crescimento radicular, assim como nas outras partes da planta (Mengel & Kirkby, 1987). O fato dos efeitos da aplicação das doses de cálcio serem mais evidentes nas raízes e no caule do verticilo inferior que apresentaram, individualmente, as maiores produções de matéria seca, podem ser atribuídas à pouca mobilidade do nutriente na planta, onde a taxa de distribuição é muito pequena devido à concentração no floema ser muito baixa.

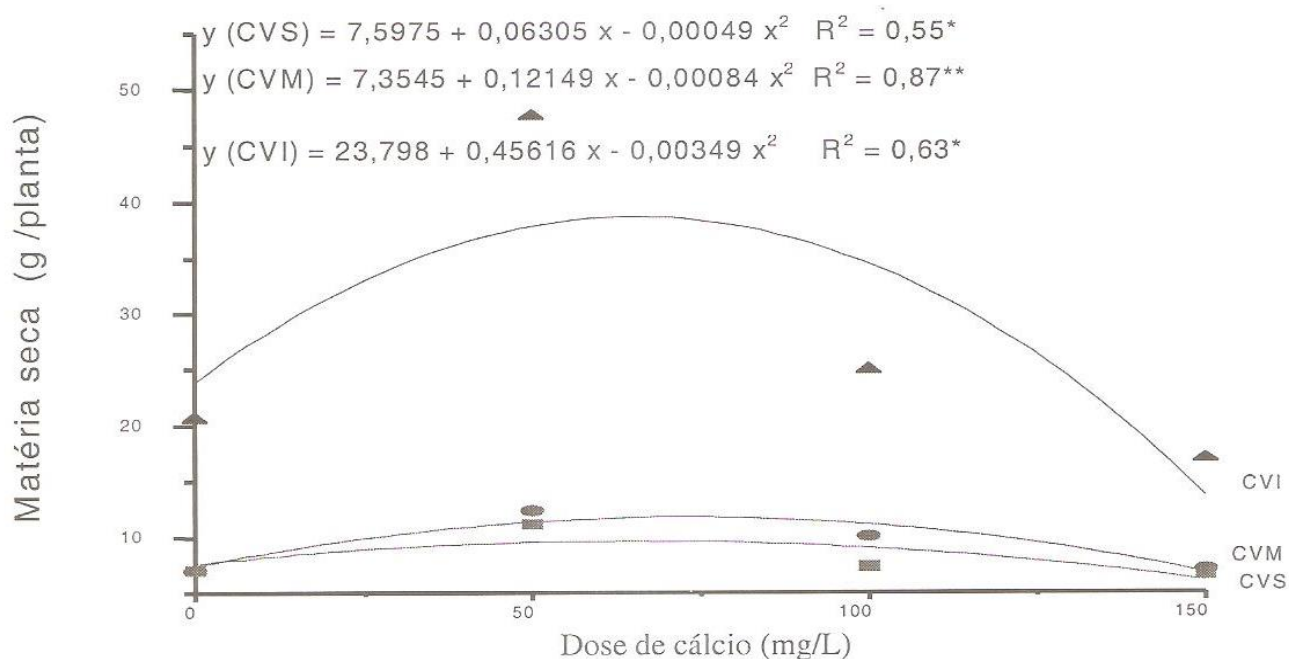


Figura 2 – Produção de matéria seca nos caules dos verticilos inferior (CVI), médio (CVM) e superior (CVS) em plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

A análise de regressão mostrou que a produção de matéria seca, em todas as partes das folhas e do caule, pode ser estimada por equações do segundo grau (Figura 1). Isto significa que as doses estudadas foram suficientes, sendo possível atingir a produção máxima. A produção máxima de matéria seca nas folhas do verticilo inferior (FVI) foi obtida com a dose de 70 mg/L de cálcio, sendo que esse valor correspondeu a 9,5g/planta de matéria seca. Nas folhas do verticilo médio (FVM), a produção máxima de matéria seca foi de 12,28 g/planta, com a dose de 74 mg/L de cálcio, e nas folhas do verticilo superior (FVS), de 18 g/planta com 64 mg/L de cálcio. No caule, a produção máxima de matéria seca no verticilo superior (CVS) foi de 9,6g/planta; no verticilo médio (CVM), de 11,76

g/planta; e no inferior (CVI), de 38,70 g/planta, sendo que esses valores corresponderam, respectivamente, às doses máximas de 65,4 mg/L de cálcio, 72,5 mg/L de cálcio e de 65,4 mg/L de cálcio (Figura 2).

A equação de regressão que melhor se ajustou à produção total de matéria seca das folhas, caule e raízes, em função da dose de cálcio, foi a quadrática decrescente (Figura 3), demonstrando que se atingiu o ponto máximo de crescimento. A produção máxima de matéria seca no caule foi obtida com 66,6 mg/L de cálcio, nas folhas, com 68,8 mg/L de cálcio e nas raízes, com 60,9 mg/L de cálcio, correspondendo às seguintes produções de matéria seca: caule total, com 57,78 g/planta; folha total, com 39 g/planta e raiz, com 24,6 g/planta.

Comparando-se os valores do presente trabalho com os obtidos por Amaral (1983), verifica-se que estes são superiores, pois, no tratamento em que se omitiu o cálcio na solução, o menor valor foi de 2,9 g de matéria seca/planta nas folhas do verticilo inferior, enquanto que o referido autor obteve 1,83g/planta de matéria seca nas folhas de plantas de seringueira.

Os resultados obtidos foram

superiores aos observados por Alvim & Machado (1972), que obtiveram, em plantas jovens de seringueira, os seguintes pesos médios de matéria seca: raízes 1,04 g/planta; caule 1,4 g/planta e folhas 1,4 g/planta.

As Figuras 1 e 2 mostram o comportamento da produção de matéria seca nas folhas e no caule dos verticilos superior, médio e inferior, com as respectivas equações de regressão.

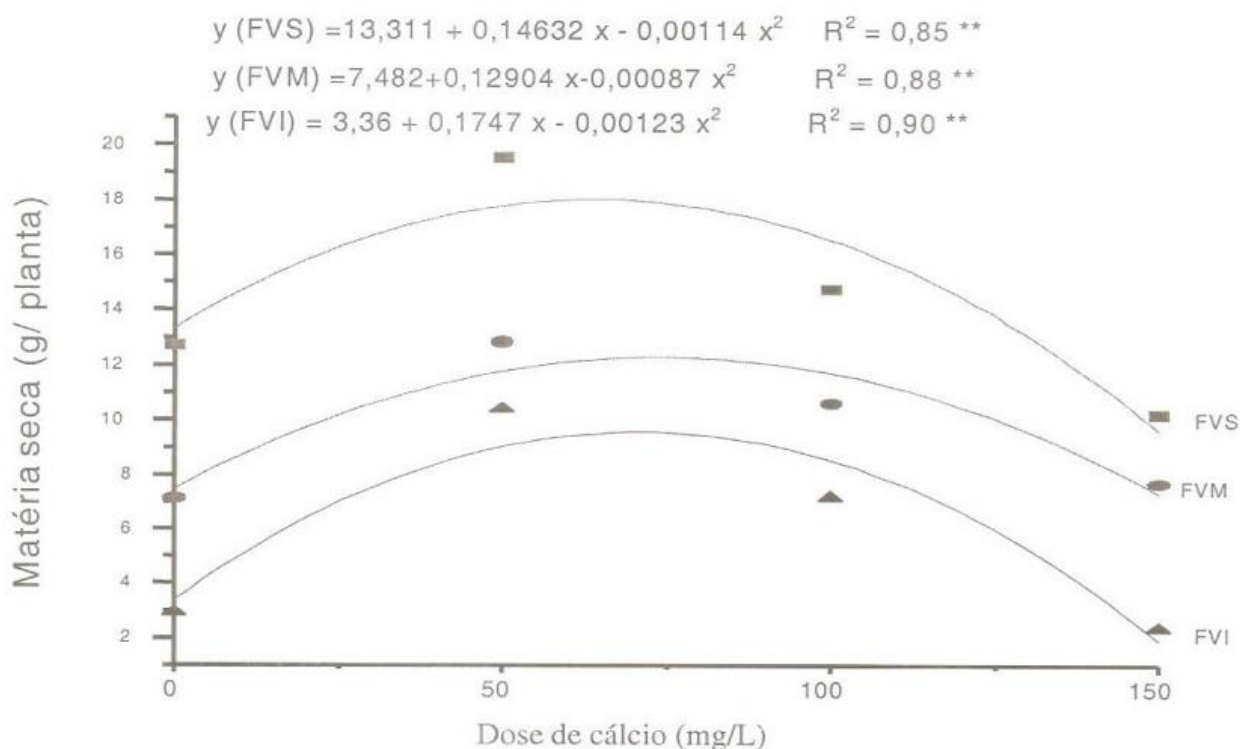


Figura 1 – Produção de matéria seca nas folhas dos verticilos inferior (FVI), médio (FVM) e superior (FVS) em plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

A Figura 4 apresenta o comportamento da produção total de matéria seca em função da dose de cálcio. Verifica-se que a equação $y = 82,3125 + 1,24135x - 0,00929x^2$ com um $R^2 = 0,74$ foi a que melhor se ajustou

para explicar o efeito. Com base nessa equação, estimou-se que a máxima produção de matéria seca de 124 g/planta foi obtida com a dose de 66,81 mg/L de cálcio.*

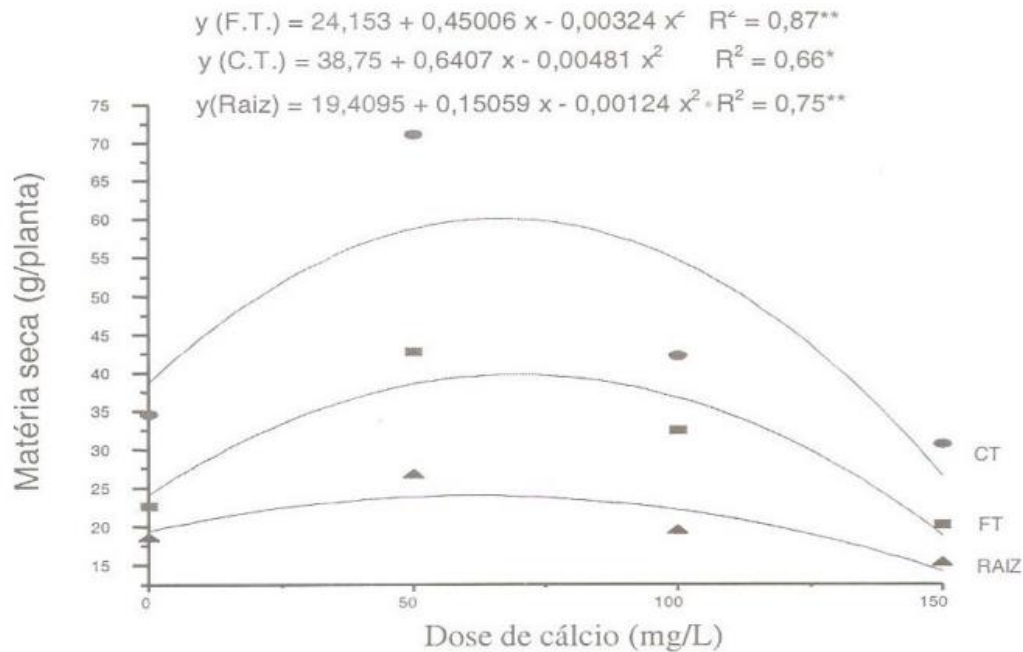


Figura 3 – Produção total de matéria seca nas folhas (FT), caule (CT) e raiz de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

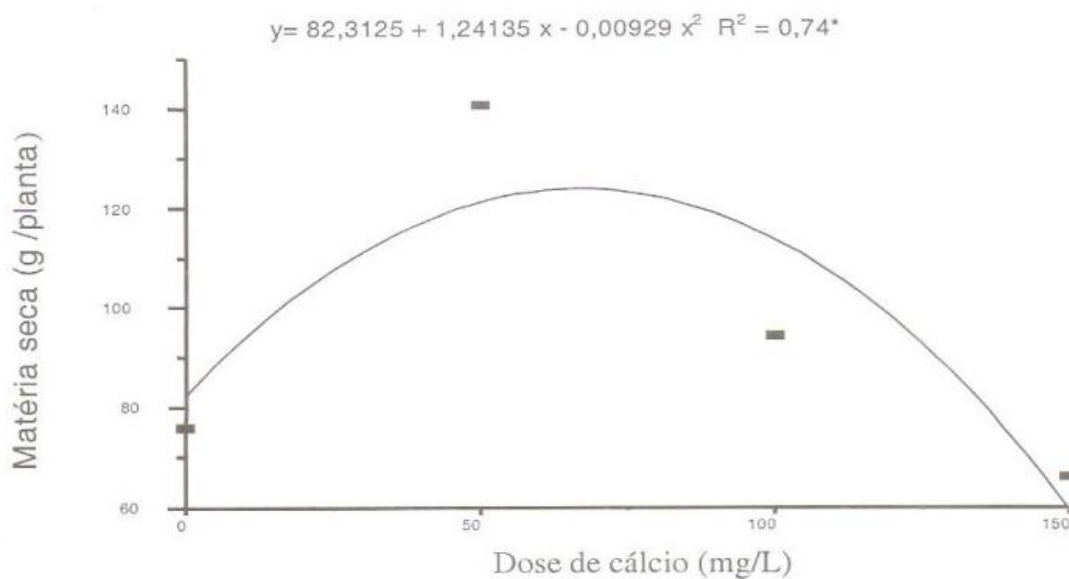


Figura 4 – Produção total de matéria seca de plantas de seringueira em função da dose de cálcio.

No caule, o comportamento foi semelhante ao das folhas, com exceção do verticilo inferior, que se ajustou melhor à equação de regressão quadrática com a dose máxima de 138,6 mg/L de cálcio, correspondendo a 12 g/kg do nutriente. Os resultados obtidos com as doses de 50, 100 e 150 mg/L de cálcio mostraram-se superiores aos determinados por Viégas et al. (1992), cujo teor foi de 4,1 g/kg de cálcio no caule de plantas aos 120 dias de idade. Nas raízes, o autor obteve 2,3 g/kg de cálcio, o que difere dos valores conseguidos no presente trabalho, dentro das doses estudadas.

A concentração de cálcio nas folhas do verticilo médio, que é indicada para o diagnóstico nutricional, segundo metodologia recomendada por Bueno et al. (1979), variou de 2,5 g/kg (sem aplicação de cálcio) a 15,8 g/kg (dose máxima de cálcio). Somente a concentração de 8,2 g/kg de cálcio nas folhas do verticilo médio, obtida com a dose de 100 mg/L de cálcio, se insere dentro da faixa da concentração de 8,5 a 9,6 g/kg de cálcio recomendada por Viégas et al. (1990) para porta-enxertos de seringueira com bom estado nutricional nesse nutriente.

Independente da dose de cálcio aplicada, constata-se, pelos dados contidos na Tabela 2, que os teores de cálcio foram mais altos nas folhas do verticilo inferior, apresentando-se na faixa de 2,1 g/kg a 19,65 g/kg de cálcio. Essa alta concentração de

cálcio no verticilo inferior vem confirmar o comportamento da seringueira como planta calcífuga, ou seja, de possuir a capacidade de imobilizar o cálcio na forma de drusas de oxalato de cálcio com posterior eliminação das mesmas, pela queda natural das folhas mais velhas, ou seja, as do verticilo inferior. De acordo com Moraes (1985), mesmo em solos com baixo teor de cálcio, a seringueira possui essa propriedade de formar cristais de oxalato de cálcio, dificultando o valor do diagnóstico foliar para esse macronutriente. Cristais de oxalato de cálcio têm sido observados nas paredes celulares do mesófilo de várias gimnospermas, particularmente no floema e em outras paredes da epiderme (Marchner, 1997). As Figuras 5 e 6 apresentam os efeitos das doses de cálcio em cada uma das partes da planta com as respectivas equações de regressão. As equações que melhor se ajustaram aos efeitos das doses de cálcio sobre a concentração desse nutriente nos diferentes verticilos foliares e caulinares foram do primeiro grau, com exceção do caule do verticilo inferior que se ajustou à do segundo grau.

Na Tabela 3, são apresentados os valores da concentração de magnésio nas várias partes da planta, em função de cada dose de cálcio. Observa-se que o teor mais elevado de magnésio, de 4,1 g/kg, foi observado nas folhas do verticilo superior (FVS), com omissão de cálcio.

3.2 CONCENTRAÇÃO DE MACRO-NUTRIENTES

A aplicação das doses de cálcio não apresentou influência sobre a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio para nenhuma das partes da seringueira.

Os resultados das concentrações de cálcio obtidos nas diversas partes da seringueira, em função das doses desse nutriente, são apresentados na Tabela 2.

A análise de variância mostrou que a interação doses x partes da planta foi significativa e que as maiores concentrações de cálcio foram verificadas nas folhas do verticilo inferior, na dose de 150 mg/L de cálcio.

A comparação entre as médias mostrou um comportamento variável da concentração de cálcio nas partes da planta com a aplicação de cada dose do nutriente.

Analisando-se o comportamento das partes da planta dentro da dose de 50 mg/L

de cálcio (Tabela 2), verifica-se que as folhas do verticilo inferior (FVI) apresentaram maiores concentrações do nutriente em relação às folhas do verticilo superior (FVS), caule do verticilo superior (CVS), caule do verticilo médio (CVM) e raízes. Na dose máxima, a concentração mais elevada de cálcio foi obtida nas folhas do verticilo inferior (FVI).

A concentração de 4,8 g/kg de cálcio nas folhas do verticilo superior obtida com a dose de 50 mg/L de cálcio e de 8,2 g/kg nas folhas do verticilo médio (FVM), alcançado com a dose de 100 mg/L, foram as que mais se aproximaram dos valores de 5 a 8 g/kg de cálcio estabelecidos por Pereira & Pereira (1986) em folhas de seringueira de *Hevea brasiliensis* x *Hevea benthamiana*. Na dose de 50 mg/L de cálcio, obteve-se nas folhas do verticilo inferior 9,2 g/kg de cálcio, sendo essa concentração praticamente igual a determinada por Viégas et al. (1992) em folhas de seringueira com 120 dias de idade, que foi de 9,7 g/kg de cálcio.

Tabela 2 – Concentração de cálcio em diferentes partes de plantas de seringueira em função da dose de cálcio.

Dose de cálcio (mg/L)	Parte da planta						
	FVS	FVM	FVI	CVS	CVM	CVI	Raízes
	Ca (g/kg)						
0	0,85a	2,50a	2,10a	0,82a	1,15a	1,32a	0,62a
50	4,87b	6,60ab	9,27a	4,07b	4,37b	7,25ab	5,52b
100	7,42c	8,20c	15,82a	7,85c	12,20b	10,42bc	9,72bc
150	10,0d	15,80b	19,65a	11,62cd	13,90bc	11,20cd	11,25cd

Nota: Valores com letras iguais na mesma linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

No caule, o comportamento foi semelhante ao das folhas, com exceção do verticilo inferior, que se ajustou melhor à equação de regressão quadrática com a dose máxima de 138,6 mg/L de cálcio, correspondendo a 12 g/kg do nutriente. Os resultados obtidos com as doses de 50, 100 e 150 mg/L de cálcio mostraram-se superiores aos determinados por Viégas et al. (1992), cujo teor foi de 4,1 g/kg de cálcio no caule de plantas aos 120 dias de idade. Nas raízes, o autor obteve 2,3 g/kg de cálcio, o que difere dos valores conseguidos no presente trabalho, dentro das doses estudadas.

A concentração de cálcio nas folhas do verticilo médio, que é indicada para o diagnóstico nutricional, segundo metodologia recomendada por Bueno et al. (1979), variou de 2,5 g/kg (sem aplicação de cálcio) a 15,8 g/kg (dose máxima de cálcio). Somente a concentração de 8,2 g/kg de cálcio nas folhas do verticilo médio, obtida com a dose de 100 mg/L de cálcio, se insere dentro da faixa da concentração de 8,5 a 9,6 g/kg de cálcio recomendada por Viégas et al. (1990) para porta-enxertos de seringueira com bom estado nutricional nesse nutriente.

Independente da dose de cálcio aplicada, constata-se, pelos dados contidos na Tabela 2, que os teores de cálcio foram mais altos nas folhas do verticilo inferior, apresentando-se na faixa de 2,1 g/kg a 19,65 g/kg de cálcio. Essa alta concentração de

cálcio no verticilo inferior vem confirmar o comportamento da seringueira como planta calcífuga, ou seja, de possuir a capacidade de imobilizar o cálcio na forma de drusas de oxalato de cálcio com posterior eliminação das mesmas, pela queda natural das folhas mais velhas, ou seja, as do verticilo inferior. De acordo com Moraes (1985), mesmo em solos com baixo teor de cálcio, a seringueira possui essa propriedade de formar cristais de oxalato de cálcio, dificultando o valor do diagnóstico foliar para esse macronutriente. Cristais de oxalato de cálcio têm sido observados nas paredes celulares do mesófilo de várias gimnospermas, particularmente no floema e em outras paredes da epiderme (Marchner, 1997). As Figuras 5 e 6 apresentam os efeitos das doses de cálcio em cada uma das partes da planta com as respectivas equações de regressão. As equações que melhor se ajustaram aos efeitos das doses de cálcio sobre a concentração desse nutriente nos diferentes verticilos foliares e caulinares foram do primeiro grau, com exceção do caule do verticilo inferior que se ajustou à do segundo grau.

Na Tabela 3, são apresentados os valores da concentração de magnésio nas várias partes da planta, em função de cada dose de cálcio. Observa-se que o teor mais elevado de magnésio, de 4,1 g/kg, foi observado nas folhas do verticilo superior (FVS), com omissão de cálcio.

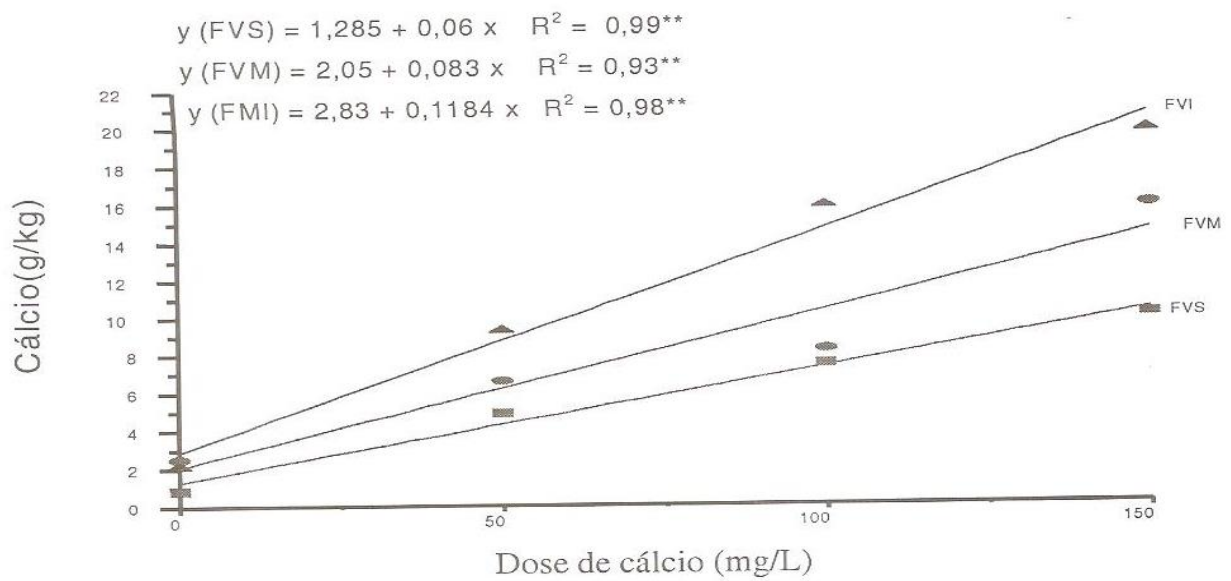


Figura 5 – Concentração de cálcio nas folhas do verticilo inferior (FVI), médio (FVM) e superior (FVS) de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

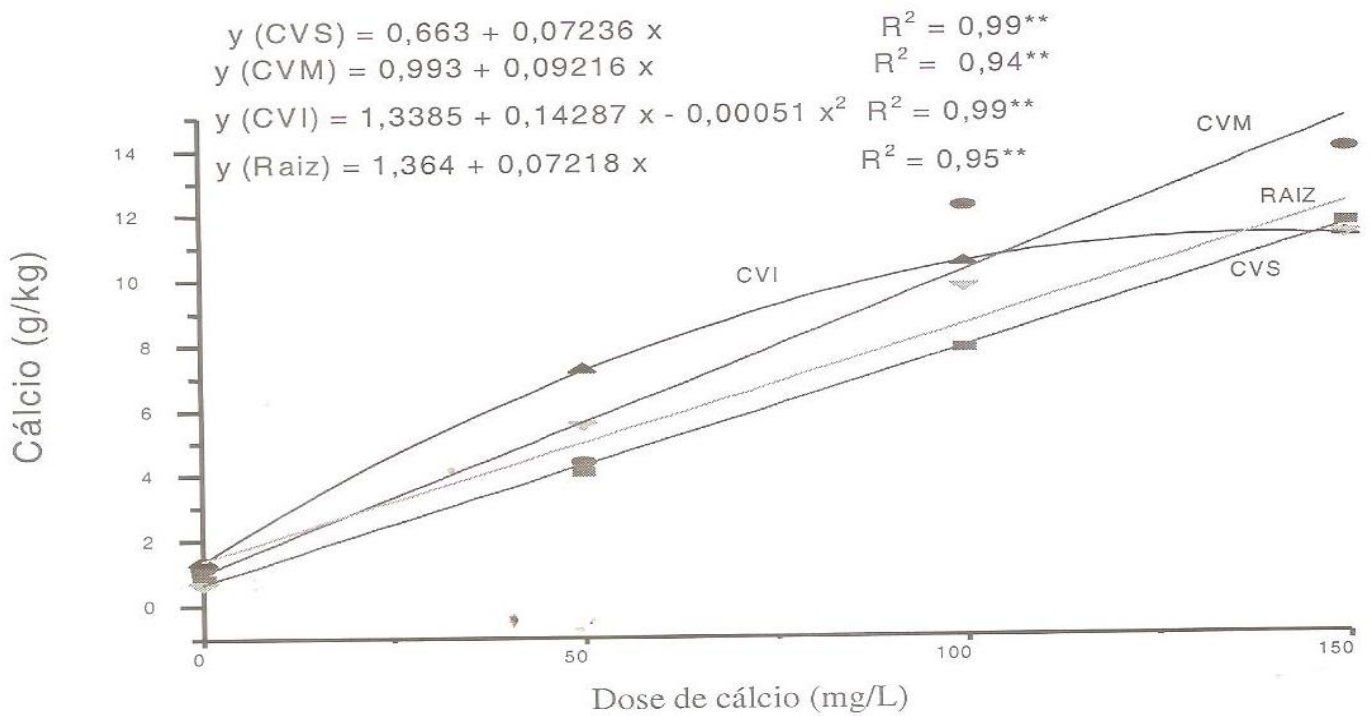


Figura 6 – Concentração de cálcio no caule do verticilo inferior (CVI), médio (CVM), superior (CVS) e raiz de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

Tabela 3 – Concentração de magnésio em diferentes partes de plantas de seringueira em função da dose de cálcio.

Dose de cálcio (mg/L)	Parte da planta						
	FVS	FVM	FVI	CVS	CVM	CVI	Raízes
	Mg (g/kg)						
0	4,17a	3,20b	3,00bc	2,25d	2,60cd	2,50d	3,17b
50	3,60a	2,80b	2,87b	2,02c	2,40bc	2,42bc	3,52a
100	3,35a	2,52b	2,30bc	2,02c	2,45bc	2,35bc	3,17a
150	3,15a	2,55ab	2,30c	1,92c	2,35bc	2,27bc	3,10a

Nota: Valores com letras iguais na mesma linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Com a aplicação de 50 mg/L e 100 mg/L de cálcio, as maiores concentrações de magnésio foram nas folhas do verticilo superior (FVS) e nas raízes, respectivamente.

No presente trabalho, pela omissão de cálcio (0 mg/L), obteve-se 4,17 g/kg de magnésio nas folhas do verticilo superior. Essa concentração é superior a determinada por Viégas et al. (1992), de 2,7 g/kg de magnésio nas folhas de plantas de seringueira aos 180 dias. No caule, Viégas et al. (1992) obtiveram o mesmo valor de 2,7 g/kg de magnésio, que se aproxima dos teores determinados no presente trabalho, nas folhas do verticilo médio (FVM) e folhas do verticilo inferior (FVI) nas doses de 50, 100 e 150 mg/L. Na raiz, Viégas et al. (1992) obtiveram, aos 180 dias, 2,4 g/kg de magnésio, enquanto no presente trabalho o teor mínimo foi de 3,10 g/kg, quando se aplicou 150 mg/L de cálcio. Quando se omitiu cálcio da solução (testemunha), obteve-se 3,17 g/kg de magnésio nas raízes.

A concentração de magnésio nas folhas do verticilo médio (FVM) variaram de 2,52 g/kg a 3,2 g/kg de magnésio. Essa faixa é compatível com a recomendada por Viégas et

al.(1990) para porta-enxertos de seringueira com bom estado nutricional em magnésio.

As Figuras 7 e 8 mostram os efeitos das aplicações das doses de cálcio sobre os teores de magnésio nos verticilos foliares, caule do verticilo superior (CVS) e raízes. O modelo de equação de regressão que melhor explicou o comportamento das doses de cálcio sobre os teores de magnésio nas folhas dos verticilos superior (FVS), inferior (FVI) e caule do verticilo superior (CVS) foi o do primeiro grau, onde se observa uma redução nos teores de magnésio. A literatura possui várias referências sobre o antagonismo entre o cálcio e o magnésio, ou seja, o aumento na concentração de um desses nutrientes no meio implica na redução da absorção do outro. A equação que melhor se ajustou para as folhas do verticilo médio (FVM) e raiz foi a quadrática.

Na Tabela 4, encontram-se os valores referentes à concentração de enxofre nas diferentes partes da planta de seringueira em função das doses de cálcio. Pode-se observar que os verticilos foliares sempre apresentaram valores superiores aos do caule e das raízes, sendo que as maiores concentrações foram verificadas no tratamento com omissão de cálcio.

nesse nutriente. Por outro lado, o limite inferior de 2,5g/kg de enxofre se encontra dentro da faixa adequada recomendada por Raij (1996) e Viéguas (2000) para seringueiras adultas.

Nas Figuras 9 e 10, observam-se os efeitos das doses de cálcio sobre as concentrações de enxofre nas partes da

planta, com as respectivas equações de regressão. Percebe-se que em todas as partes da planta houve um decréscimo do teor de enxofre com o aumento da dose de cálcio. Esse decréscimo do teor de enxofre com a aplicação de cálcio pode ser explicado pela formação de sulfato de cálcio, tornando o enxofre indisponível para as plantas.

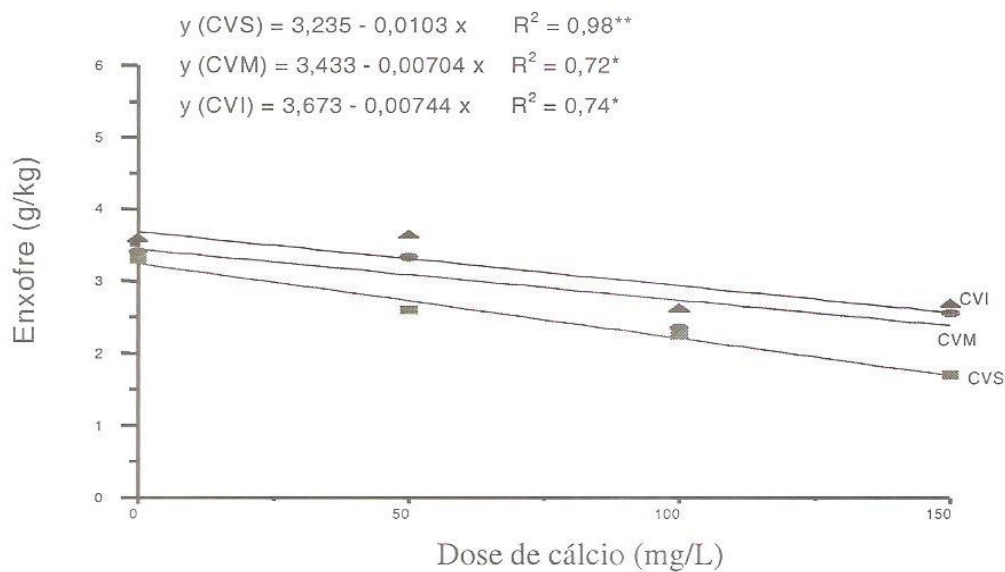


Figura 9 – Concentração de enxofre nas folhas dos verticilos inferior (FVI), médio (FVM) e superior (FVS), de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

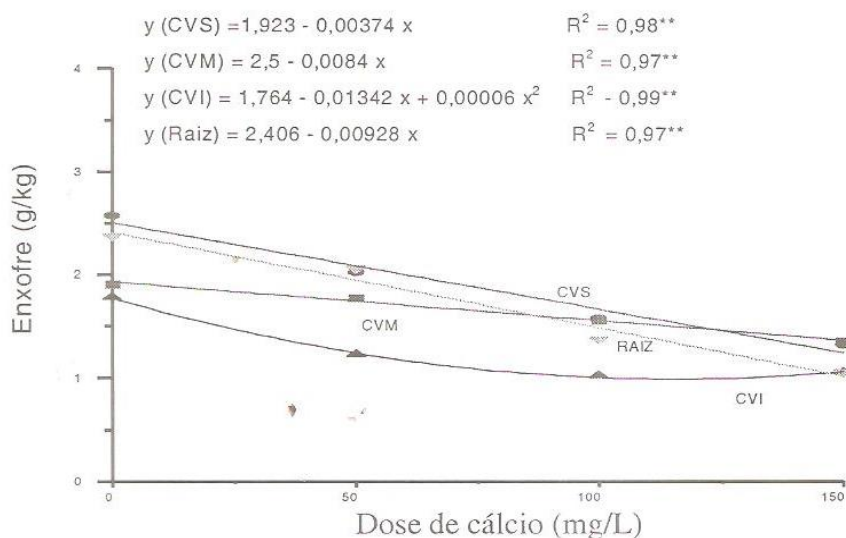


Figura 10 – Concentração de enxofre no caule dos verticilos inferior (CVI), médio (CVM), superior (CVS) e raiz de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

Tabela 4 – Concentração de enxofre em diferentes partes de plantas de seringueira em função da dose de cálcio.

Dose de cálcio (mg/L)	Parte da planta						
	FVS	FVM	FVI	CVS	CVM	CVI	Raízes
	S (g/kg)						
0	3,30a	3,40a	3,57a	1,90cd	2,57b	1,77d	2,37bc
50	2,60b	3,32a	3,62a	1,77c	2,02c	1,22d	2,05c
100	2,25a	2,35a	2,60a	1,55b	1,57b	1,02c	1,37bc
150	1,70b	2,55a	2,67a	1,35bc	1,32bc	1,05c	1,05c

Nota: Valores com letras iguais na mesma linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

Nos verticilos foliares não houve diferença significativa entre as partes nas doses de 0 e 100 mg/L. Nas doses de 50 e 150 mg/L, as folhas dos verticilos superior e inferior apresentaram valores menores do que os dos demais verticilos foliares (Tabela 4). No caule do verticilo superior, médio e nas raízes não houve diferença significativa para as doses de 50 e 100 mg/L, sendo que na dose de 150 mg/L, nenhuma das partes do caule e raiz apresentou diferença significativa. Bolle-Jones (1954) obteve valores que variaram de 1,4 g/kg a 2,4 g/kg de enxofre em folhas retiradas do verticilo superior de plantas jovens de seringueira, *os quais podem ser comparados aos obtidos neste trabalho nas doses de 100 e 150 mg/kg de cálcio, que apresentaram teores de 2,25 g/kg e 1,7 g/kg de enxofre, respectivamente. Os teores obtidos ficaram acima dos estabelecidos por Amaral (1983) de 1 g/kg de enxofre em folhas de plantas de seringueira, quando estas receberam tratamento completo (macronutrientes + micronutrientes). Viégas et al. (1992) obtiveram nas folhas de seringueira, aos 180 dias, 2,8 g/kg de enxofre; no caule,*

2,7g/kg; e nas raízes, 3 g/kg de enxofre. Comparando-se esses valores aos obtidos nas folhas do verticilo superior (FVS) das plantas do tratamento testemunha (omissão de cálcio) do presente trabalho (3,3 g/kg), pode-se comprovar que o mesmo apresentase ligeiramente superior, aproximando-se também do valor determinado na dose de 50 mg/L de cálcio, que foi de 2,6 g/kg de enxofre. Quanto ao caule, a concentração de enxofre determinado por Viégas et al. (1992) mostrou-se superior aos determinados nesta pesquisa, em todos os tratamentos, o mesmo ocorrendo com as raízes. Por outro lado, essa concentração de enxofre nos tecidos do caule foi superior à obtida por Guerrini (1983), de 0,8 g/kg de enxofre em plantas de seringueira com doze meses de idade, em condições de campo.

A concentração de enxofre nas folhas do verticilo médio, as quais são indicadas para o diagnóstico foliar segundo Bueno et al.(1979), apresentaram teores de 2,5 g/kg a 3,4 g/kg de enxofre, sendo superiores aos de 1,7 g/kg de enxofre recomendados por Viégas et al. (1990) para porta-enxertos de seringueira com bom estado nutricional

nesse nutriente. Por outro lado, o limite inferior de 2,5g/kg de enxofre se encontra dentro da faixa adequada recomendada por Raij (1996) e Viéguas (2000) para seringueiras adultas.

Nas Figuras 9 e 10, observam-se os efeitos das doses de cálcio sobre as concentrações de enxofre nas partes da

planta, com as respectivas equações de regressão. Percebe-se que em todas as partes da planta houve um decréscimo do teor de enxofre com o aumento da dose de cálcio. Esse decréscimo do teor de enxofre com a aplicação de cálcio pode ser explicado pela formação de sulfato de cálcio, tornando o enxofre indisponível para as plantas.

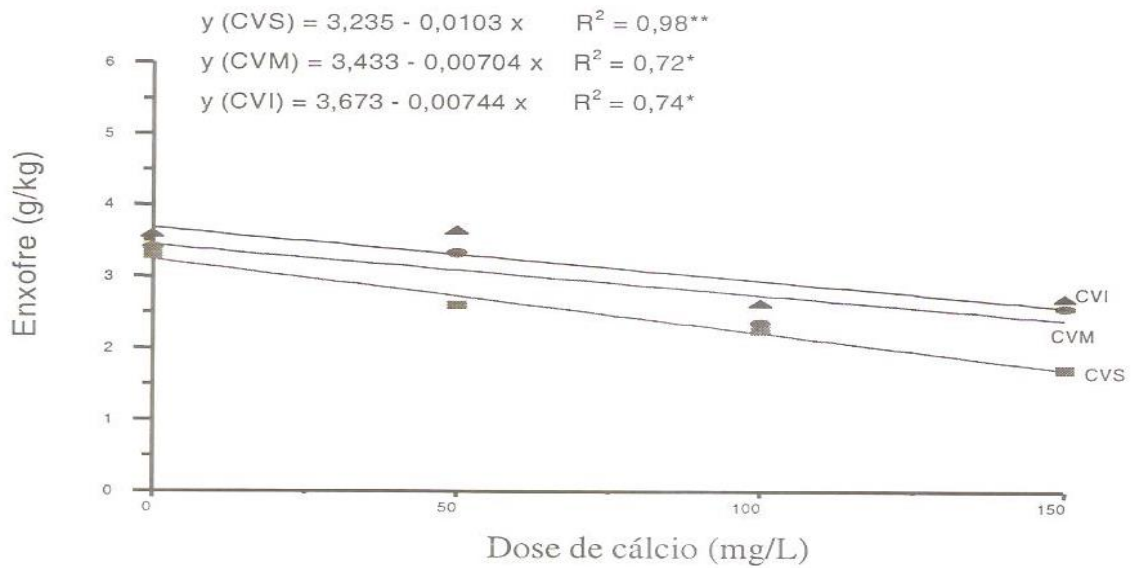


Figura 9 – Concentração de enxofre nas folhas dos verticilos inferior (FVI), médio (FVM) e superior (FVS), de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

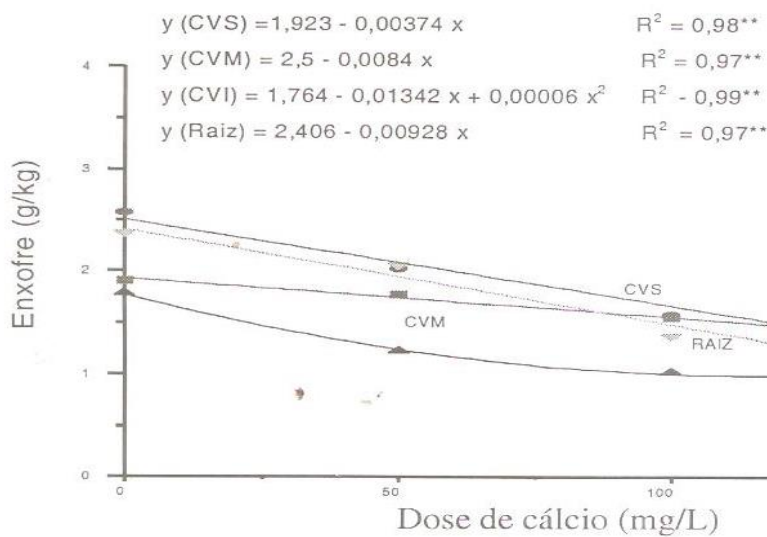


Figura 10 – Concentração de enxofre no caule dos verticilos inferior (CVI), médio (CVM), superior (CVS) e raiz de plantas jovens de seringueira em função da dose de cálcio.

O modelo de equação que melhor se ajustou para explicar o comportamento da concentração de enxofre no caule do verticilo inferior, em função das doses de cálcio, foi o quadrático, enquanto nas demais partes o modelo de equação foi o linear.

4 CONCLUSÃO

a) O cálcio promove aumentos na produção de matéria seca em todas as partes dos órgãos da seringueira, sendo na planta inteira de até 66,81 mg/L, ocorrendo um efeito depressivo a partir desta dose.

b) As doses de cálcio promovem uma diferenciação na produção de matéria seca nos verticilos foliares, caulinares e nas raízes.

c) Os aumentos na dose de cálcio promovem alterações na composição mineral dos macronutrientes cálcio, magnésio e enxofre nas partes dos verticilos foliares, caulinares e raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R.N.B. *Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para a produção de porta-enxertos de seringueira (Hevea spp) no Amapá*, 1987. 79p. Dissertação (Mestrado) – ESAL, Lavras, 1987.
- ALVIM, P. de T., MACHADO. Absorção de minerais e crescimento de cacaueteiro e seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1., 1972, Cuiabá, *Anais...* Cuiabá: SUDHEVEA, 1972. p. 195-203.
- AMARAL, W. do. *Deficiência de macronutrientes e de boro em seringueira (Hevea brasiliensis L.)*. 1983. 44p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, 1983.
- BOLLE-JONES, E.W. Nutrition of *Hevea brasiliensis* II. Effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and mineral contents of Tijirandiji I. Seedlings. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*, v. 14, p. 209, 1954.
- BUENO, N., BERNIZ, J.M.J., VIÉGAS, I. de J.M. *Amostragem de solo e folha para análise e recomendações de adubação em seringueira*. Manaus: Embrapa-CNPDS, 1979. 13p. (Comunicado Técnico, 8).
- GUERRINI, I.A. *Crescimento e recrutamento de macro e micronutrientes no período de quatro anos pela Hevea brasiliensis Clone Fx 3864 na região de Rio Branco – AC*. 1983. 105p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, 1983.
- HOAGLAN, D.R., ARNON, D.I. *The water culture method of growing plants without soil*. Berkeley: University of California, 1950. (Circ. 347).
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1997. 889p.
- MENGEL, K, KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MORAES, V.H. de F. Fisiologia. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 15., 1985. Belém: Convênio SUDHEVEA/FCAP, 1985. 48 p. (Apostila).
- PEREIRA, A.V., PEREIRA, E.B.C. *Adubação de seringais de cultivo na Amazônia: (primeira aproximação)*. Manaus: EMBRAPA - CNPDS, 1986. 32 p. (Pesquisa em Andamento, 29).
- RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A .M.C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- SANTANA, C.A.F., ALVES, V.M.C., BRAGA, J.M., SENA, J.S. de P., MELO, A. Influência do cálcio sobre a produção de matéria seca de mudas de seringueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. *Resumos expandidos...* Manaus: Ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p. 339-340.

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ. Departamento de Química, 1974.

VIÉGAS, I. de J.M., CARVALHO, J.G. de, FRAZÃO, D.A.C. Desordens nutricionais na cultura da seringueira: critérios de diagnose para solo e plantas e correção de deficiências. In: VIÉGAS, I. de J. M., CARVALHO, J. G. de (Eds.). *Seringueira: nutrição e adubação no Brasil*. Brasília (DF): Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Belém: Embrapa Amazônia Orienta, 2000. p. 123-173.

VIÉGAS, I. de J.M., CUNHA, R.L.M. da, CARVALHO, R. de A. *Avaliação de fontes de magnésio em porta enxertos de seringueira*. Belém: Embrapa – UEPAE de Belém, 1990. 15p. (Boletim de Pesquisa, 7).

VIÉGAS, I. de J.M., HAAG, H.P., BUENO, N., PEREIRA, J. da P. Nutrição mineral de seringueira. XXI. Absorção de macro e micronutrientes nos primeiros 240 dias. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 41-52, 1992.