

NUTRIÇÃO MINERAL DE SERINGUEIRA XII. QUANTIDADE DE Al
NO SUBSTRATO AFETANDO A CONCENTRAÇÃO E O ACÚMULO DE
Ca, Mg E S EM SERINGUEIRA (*Hevea* spp)

N. Bueno*

H.P. Haag**

J.da P. Pereira*

I.de J.M. Viêgas*

RESUMO: Com o propósito de comparar os efeitos de doses crescentes de alumínio sobre a concentração e acúmulo de Ca, Mg e S sobre a planta conduziu-se o experimento usando-se separadamente a solução nutritiva de BOLLE JONES (1957) e soluções de alumínio nas concentrações de 0, 5, 10, 15, 20 e 25 ppm em que as plantas passaram 24 horas e outras 24 horas em solução sem alumínio. Noventa dias após as plantas foram coletadas e separadas em raiz, caule, folhas dos verticilos inferiores e folhas do último verticilo. Determinou-se as concentrações e os acúmulos de Ca, Mg, e S. Os autores concluíram que níveis superiores a 15ppm de alumínio na solução provocam distúrbios nutricionais destes elementos em *Hevea*.

Termos para indexação: *Hevea*, alumínio, cálcio, magnésio, enxofre.

* Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê. 69.000 - Manaus - AM.

** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

ALUMINUM EFFECTING THE CONCENTRATION AND ACCUMULATION
OF Ca, Mg AND S IN *Hevea* spp

ABSTRACT: Young rubber plants were cultivated in BOLLE-JONES (1957) nutrient solutions. A separate aluminum solution was prepared by dissolving a aluminum foil with HCl N. From this stock solution the following concentrations were prepared - none, 5, 10, 15, 20 and 25 ppm of aluminum. Plants were grown alternately for periods of 24 hours in these aluminum solutions and in the Bolle-Jones solution. This procedure was conducted for 95 days after which period the plants were harvested and divided into top whorl, 2nd and 3rd basal whorls, stem and roots. The material was dried and analysed for Ca, Mg and S. The concentration and accumulation of these plant nutrients were affected by levels over 15ppm of aluminum in the solution.

Index terms: *Hevea*, Al, Ca, Mg, S.

INTRODUÇÃO

As informações sobre o comportamento da seringueira com relação a tolerância à alumínio são escassas no Brasil e nos países líderes de produção de borracha natural. Um aspecto importante a salientar, diz respeito às características dos solos, em particular o aspecto químico, para onde foram direcionadas as primeiras tentativas de implantação de seringais de cultivo no Brasil. O suporte de informações técnicas disponíveis à época, indicava sucesso nas regiões de clima quente e úmido, onde normalmente as áreas recém-desmatadas apresentam níveis consideráveis de nutrientes minerais e baixas concentrações de alumínio trocável após a queimada, em relação a área não queimada, BRINKMANN & NASCIMENTO (1973), SANCHEZ (1981), SANCHEZ & BRANDY

(1982), MANARINO *et alii* (1982), SANCHEZ *et alii* (1983) e CERRI *et alii* (1985). Trata-se de um quadro que, associado a outros fatores, têm provocado o insucesso de heveicultura nas regiões dos trópicos úmidos do Brasil. É que os solos onde se cultiva a seringueira neste País, como em outras partes do mundo são, em geral, ácidos, de baixa fertilidade natural, apresentando alta porcentagem de saturação de alumínio e elevada concentração de alumínio trocável conforme dados desde SOONG e LAU (1977), CHAN (1977), VIEIRA (1981) e HAAG *et alii* (1986). Estas condições adversas comprometem de pronto qualquer programa de nutrição que não seja calcado em pesquisas. A heveicultura encontra-se atualmente em franca expansão territorial, tendo ultrapassado as fronteiras das regiões tradicionais de cultivo (Amazônia e Sul da Bahia), atingindo parte do Estado do Maranhão, o Estado de São Paulo (litoral e planalto), o litoral do Estado do Espírito Santo, os cerrados dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Zona da Mata do Estado de Pernambuco e região dos lagos do Estado do Rio de Janeiro. Apesar de os solos dessas regiões apresentarem alguns problemas com relação a alumínio e inclusive pH, a seringueira vem se desenvolvendo satisfatoriamente, mostrando ser uma planta capaz de absorver nutrientes juntamente com esse elemento, desde que ele não se encontre em nível tóxico na solução do solo, enquadrando-se entre aquelas acumuladoras de alumínio segundo os critérios discutidos por GOODLAND (1971). A importância do alumínio na nutrição da seringueira ainda está pouco explicada e compreendida e tem sido frequentemente obscurecida. O elemento é pouco ou nada estudado nos solos cultivados com a *Hevea* no mundo. Para muitas culturas já são conhecidos os efeitos deletérios do alumínio, quando em altas concentrações no substrato e esse elemento tem sido identificado como um dos principais fatores limitantes do crescimento e da produção de diversas espécies cultivadas em solos altamente intemperizados na região tropical, GOODLAND (1971), FOY (1974), FOY (1984) e MARSCHNER (1986). O trabalho foi

realizado com o seguinte objetivo: avaliar os efeitos do alumínio no substrato sobre a composição e acumulação de Ca, Mg e S na planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes clonais ilegítimas de seringueira (*Hevea* spp), coletadas em uma área de plantio comercial de pés francos no município de Poloni, no planalto paulista. As sementes foram postas a germinar em substrato de vermiculita, sendo o substrato umidificado diariamente e a emergência das plantas teve início no oitavo dia após a semeadura. Foram descartadas as mudas que emergiram nos 14 dias após o início da germinação. As plantas selecionadas passaram por um período de pré-crescimento na vermiculita, até que aos quarenta e dois dias, o primeiro fluxo de folhas atingisse a completa maturação com a gema apical em estado de dormência. As plantas foram coletadas do substrato de vermiculita, lavadas as raízes com jato de água de torneira e em seguida imersas em água desmineralizada para completa limpeza. Após esse procedimento o material foi selecionado procurando-se uniformizar ao máximo o estande através da escolha de plântulas que apresentassem parte aérea e sistema radicular nas mesmas condições de crescimento. Nestas circunstâncias as plantas foram transferidas para vasos com capacidade para 8 litros com solução nutritiva segundo BOLLE-JONES (1957), diluída para duas vezes em água desmineralizada, onde permaneceram por 4 semanas com arejamento constante. A solução foi renovada a cada 2 semanas. Após este período de aclimação as raízes foram lavadas com jato de água de torneira e imersas em água desmineralizada. Só então as plantas foram submetidas aos tratamentos de 0, 5, 10, 15, 20 e 25ppm de alumínio, dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições. A solução estoque de alumínio foi preparada a partir de folhas de alumínio dissolvidas em solução de HCl N. Nesta fase as plantas passaram vinte e

quatro horas na solução nutritiva (sem alumínio) e vinte e quatro horas nas soluções de alumínio correspondentes aos tratamentos. Antes da transferência de um substrato para o outro, as raízes foram lavadas com jato de água de torneira e imersas em água desmineralizada para completa limpeza. As soluções (nutritiva e de alumínio) foram renovadas semanalmente. O índice de pH da solução nutritiva variou entre 4,0 e 5,0. Aos noventa e cinco dias após a instalação as plantas foram coletadas. Feita a colheita, as plantas foram separadas em folhas do último verticilo, folhas dos verticilos inferiores, caules e raízes, sendo então lavadas, cada parte individualmente com água de torneira e quatro vezes com água desmineralizada. O material foi analisado para Ca, Mg e S segundo a técnica descrita em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cálcio

Concentração: Os dados analíticos à concentração de cálcio nas diversas partes da planta com base no peso de matéria seca, em função das doses de alumínio são apresentadas na Tabela 1. Percebe-se que o incremento da dose de alumínio causou um decréscimo no teor de cálcio para todas as variáveis estudadas. Os dados indicam que na dose mais alta de alumínio (25ppm Al) o teor de cálcio é apenas 33% daquele alcançado na ausência do elemento na raiz. Limitação idêntica na concentração de cálcio na raiz e no caule de plantas de seringueira com o aumento da dose de alumínio foi encontrada por CARVALHO *et alii* (1985) e por LAU (1979). Os resultados alcançados neste experimento concordam com as observações de MENGEL & KIRKBY (1982), segundo as quais, a toxicidade por alumínio é frequentemente acompanhada por baixas concentrações de cálcio nos tecidos das plantas. De fato, os dados da Tabela 1 mostram que o alumínio causou redução na concentração de cálcio nas folhas do último verticilo, ao ponto de nas doses

Tabela 1. Influência das doses de alumínio sobre a concentração e acúmulo de cálcio nas folhas do último verticilo (UV), nas folhas dos verticilos inferiores (VI), no caule (C), na raiz (R) e acúmulo total nas plântulas

Doses de Al ³⁺ (ppm)	Concentração de cálcio (%)				Acúmulo de cálcio (g/planta)				
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T
0,000	0,56a*	0,96a	0,51a	0,24a	0,040a	0,052a	0,035ab	0,015a	0,143a
0,300	0,43 b	0,85ab	0,49a	0,22ab	0,023 b	0,039ab	0,038ab	0,16a	0,115ab
0,600	0,39 b	0,74ab	0,46a	0,16 bc	0,020 b	0,029 b	0,040a	0,012ab	0,103 bc
0,900	0,38 b	0,60 b	0,43a	0,12 cd	0,018 bc	0,012 b	0,032ab	0,08 bc	0,080 c
1,200	0,35 b	-	0,38a	0,10 cd	0,013 bc	-	0,018ab	0,005 c	0,036 d
1,500	0,23 c	-	0,31a	0,08 d	0,008 c	-	0,015 b	0,003 c	0,026 d
Tukey (5%)	0,11	0,30	0,22	0,07	0,011	0,018	0,024	0,007	0,033
C.V. (%)	12,50	18,46	22,92	21,59	24,52	23,84	35,24	31,05	17,50

* Médias seguidas de letras não comuns nas colunas representam significância ao nível de 5% de probabilidade

mais altas desse elemento se constatarem níveis que já estariam caracterizando sintomas de deficiência de cálcio, segundo SHORROCKS (1979). Para FOY (1984) a toxicidade de alumínio pode se manifestar como uma deficiência de cálcio induzida, em consequência de uma redução do transporte do nutriente na planta, provocando um colapso nos pontos de crescimento ou nos pecíolos. O mesmo autor considera que em valores de $\text{pH} < 5,5$ o antagonismo $\text{Al} \times \text{Ca}$ seja provavelmente o fator limitante mais importante na absorção do cálcio. Como no presente experimento o pH foi mantido entre 4 e 5, para espelhar a realidade do cultivo da seringueira, provavelmente este aspecto tenha induzido os efeitos observados. Para os tipos de variação aqui estudados a regressão que melhor se ajustou foi linear, estando apresentada, juntamente com as retas correspondentes, nas Figuras 1A, 1B, 1C, 1D.

Acúmulo

As quantidades de cálcio acumuladas na planta, com base no peso da matéria seca, em função da idade, estão apresentadas na Tabela 1. Depreende-se que como ocorreu com a concentração, houve um decréscimo na acumulação do nutriente com o aumento da dose de alumínio para todas as variáveis estudadas. Estes dados são semelhantes aos de CARVALHO *et alii* (1985) que observaram limitação na absorção de cálcio nas folhas, com o aumento da dose de alumínio. As observações de MARSCHNER (1986) no sentido de que o alumínio pode inibir a absorção de cálcio principalmente como resultado do bloqueio ou competição nos sítios de troca justificam os efeitos registrados no presente experimento. As equações de regressão que melhor se ajustaram à variação da quantidade de cálcio acumulada em relação às doses de alumínio presentes na solução, são a linear, para acumulação nas folhas inferiores raízes e total, apresentadas nas Figuras 2B, 2D e 2E, juntamente com as retas correspondentes. Já para as acumulações nas folhas do último verticilo e no caule as equações de regressão ajustadas foram quadráticas, e estão apresentadas nas Figuras 2A e 2C

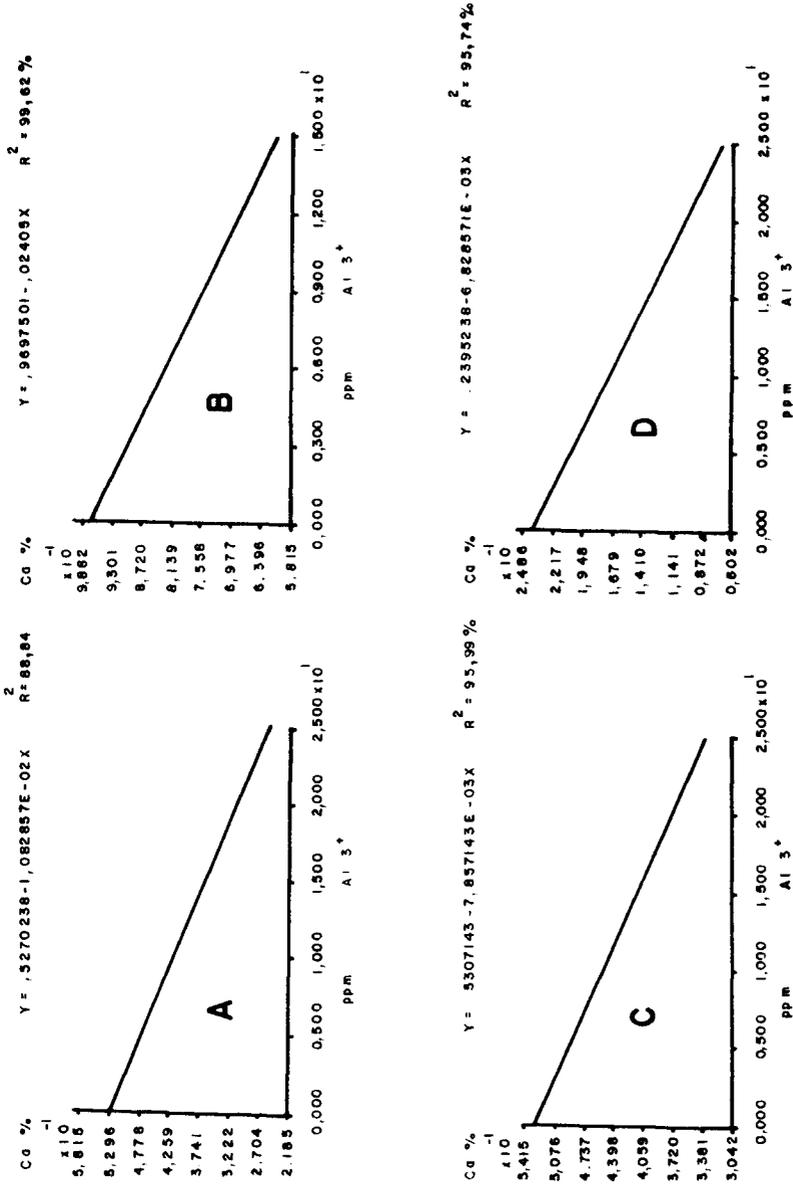


Fig. 1. Concentração de cálcio. A-nas folhas do último verticilo. B-nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D-nas raízes, em função das doses de alumínio

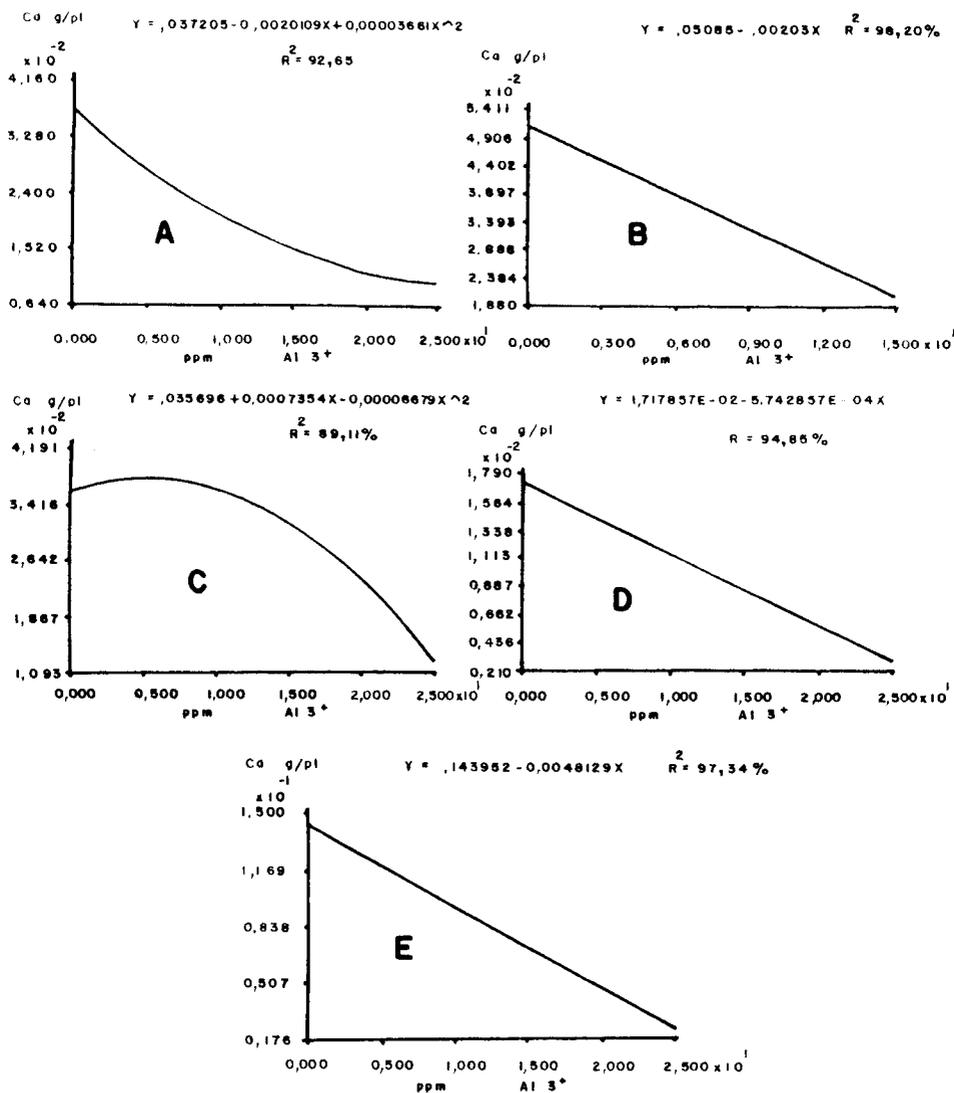


Fig. 2. Acúmulo de cálcio. A-nas folhas do último verticilo; B-nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D-nas raízes; E-acúlo total de cálcio na planta em função das doses de alumínio

juntamente com as curvas correspondentes. Visualiza-se que os comportamentos dessas curvas são diferenciados. Enquanto o máximo acúmulo no caule, 3,833g/pl foi alcançado na presença de 5ppm de alumínio, nas folhas do último verticilo o acúmulo de cálcio decresceu com o incremento das doses de alumínio e isto sugere a possibilidade de que a translocação do cálcio tenha sido limitada pelo alumínio.

Magnésio

Concentração: a concentração de magnésio nas plantas com base no peso da matéria seca em função das doses de alumínio é apresentada na Tabela 2. Nota-se que ocorreu uma variação para os efeitos das doses de alumínio. A concentração de magnésio nas raízes registrada na presença da dose mais alta de alumínio (25ppm Al) foi cerca de 53% inferior àquela registrada na ausência desse elemento e nas folhas do último verticilo, na dose mais alta o alumínio causou um efeito depressivo da ordem de 41% na concentração de magnésio. LAU (1979) trabalhando com plântulas do clone Tjir 1 detectou que o aumento das doses de alumínio diminuiu a concentração de magnésio nas plantas, obtendo resultados semelhantes. Entretanto, CARVALHO *et alii* (1985) não encontraram diferenças para a interação alumínio x magnésio apesar de os dados apresentarem uma tendência geral de redução no teor de magnésio nas plântulas, com o incremento das doses de alumínio. Segundo as observações de MENGEL & KIRKBY (1982), toxicidade de alumínio é frequentemente acompanhada de baixas concentrações de magnésio. Para ADAMS (1984) por efeito de concorrência, um aumento na concentração de alumínio ajudaria a inibir a habilidade da planta em absorver e utilizar-se do magnésio. FOY (1984) relata a possibilidade de o magnésio atuar beneficentemente sobre as plantas, em detrimento da toxicidade causada por alumínio, sugerindo que isto se deva à redução competitiva do alumínio em contato com as raízes ou ao decréscimo na atividade desse elemento. As retas correspondentes à variação da concentração de magnésio, com base na produção de matéria

Tabela 2. Influência das doses de alumínio sobre a concentração e acúmulo de magnésio nas folhas do último verticilo (UV), nas folhas dos verticilos inferiores (VI), no caule (C), nas raízes (R) e sobre acúmulo total (T), nas plântulas

Doses de Al^{3+} (ppm)	Concentração de magnésio (%)				Acúmulo de magnésio (g/planta)					
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T	
0	0,27a*	0,23a	0,23a	0,23a	0,019a	0,013a	0,016a	0,016a	0,063a	
5	0,22ab	0,22a	0,21ab	0,20a	0,012 b	0,010ab	0,016ab	0,015a	0,053ab	
10	0,22ab	0,21a	0,20ab	0,19a	0,011 bc	0,009ab	0,017a	0,015a	0,052ab	
15	0,19ab	0,19a	0,20ab	0,18ab	0,009 bc	0,007 b	0,015abc	0,012ab	0,43 b	
20	0,18 b	-	0,17 b	0,17ab	0,007 bc	-	0,008 bc	0,008ab	0,23 c	
25	0,16 b	-	0,15 b	0,11 b	0,005 c	-	0,007 c	0,004 b	0,016 c	
Tukey (5%)	0,09	0,05	0,05	0,07	0,006	0,005	0,009	0,009	0,017	
C.V. (%)	18,95	12,13	13,14	16,31	25,50	26,94	29,37	34,91	17,57	

* Médias seguidas de letras não comuns nas colunas representam significância ao nível de 5% de probabilidade

seca, em função das doses de alumínio estão representadas nas Figuras 3A, 3B, 3C e 3D, juntamente com as equações de regressão lineares correspondentes, que foram aquelas que mais se ajustaram a este tipo de variação. Há diferença, também, na tendência da reta, onde, a concentração decresce até o final do período experimental.

Acúmulo

A variação do acúmulo total de magnésio na planta em função das doses de alumínio é apresentada na Tabela 2. O acúmulo desse nutriente foi alto inicialmente, mostrando um decréscimo com o aumento da dose de alumínio para todas as variações estudadas. Verificase, ainda, que a concentração mais alta de alumínio na solução contribui para que o acúmulo total do magnésio fosse 75% inferior àquele observado na ausência daquele elemento, estando de acordo com as observações de MARSCHNER (1986), segundo as quais, o acúmulo de magnésio é frequentemente inibido pelo alumínio, quer por efeito de competição, quer por bloqueio dos sítios de troca. CARVALHO *et alii* (1985) verificaram também que o alumínio contribuiu para que ocorresse variação no acúmulo de magnésio, com o acúmulo menor no tratamento onde o alumínio não entrou na composição da solução nutritiva, sugerindo que as diferenças nos efeitos podem ter sido devido a tolerância varietal. Ajustou-se regressões lineares às variações de acúmulo de magnésio nas folhas do último verticilo, nas folhas dos verticilos inferiores e para o acúmulo total, estando apresentadas, juntamente com as retas correspondentes, nas Figuras 4A, 4B e 4E, verificando-se que o acúmulo é decrescente da menor para a maior dose de alumínio. Para o acúmulo de magnésio no caule e nas raízes ajustou-se regressões quadráticas, estando apresentadas, juntamente com as curvas correspondentes, nas Figuras 4C e 4D, notando-se uma tendência semelhante das curvas, com o máximo acúmulo ocorrendo na dose de 5ppm de alumínio, para as duas variáveis estudadas.

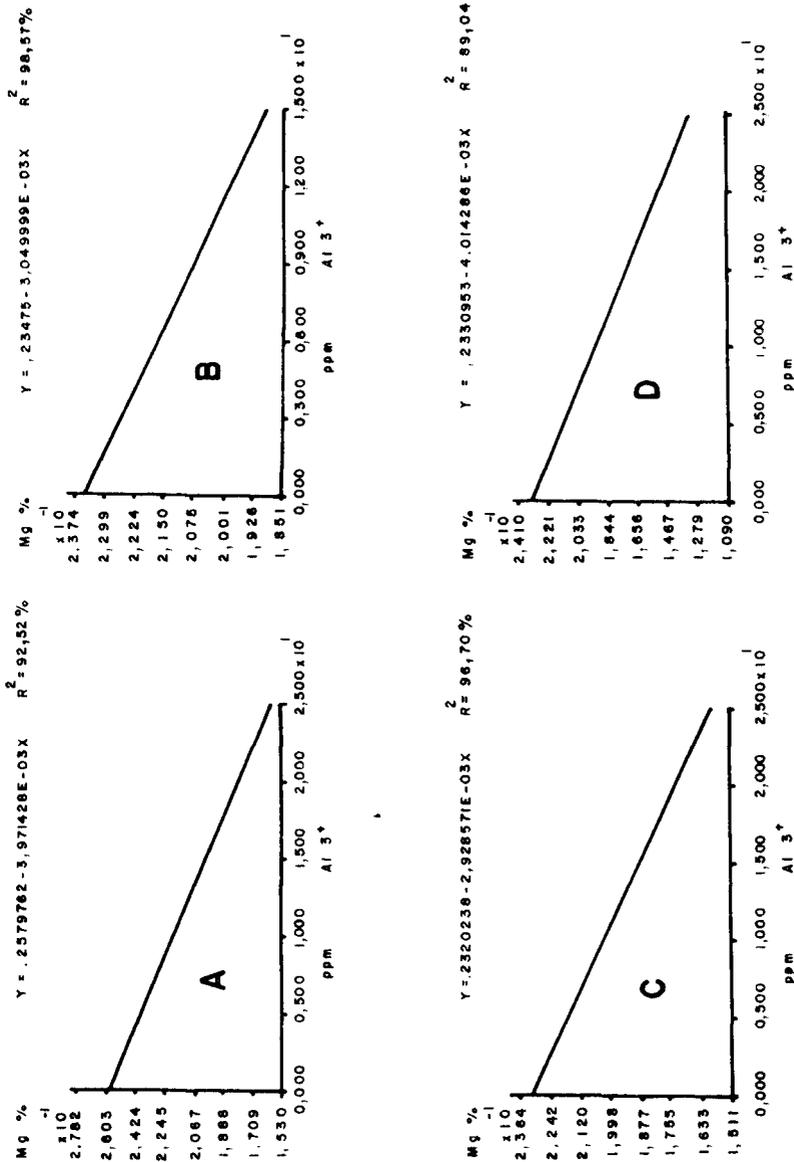


Fig. 3. Concentração de magnésio. A-nas folhas do último verticilo; B-nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D-nas raízes, em função das doses de alumínio

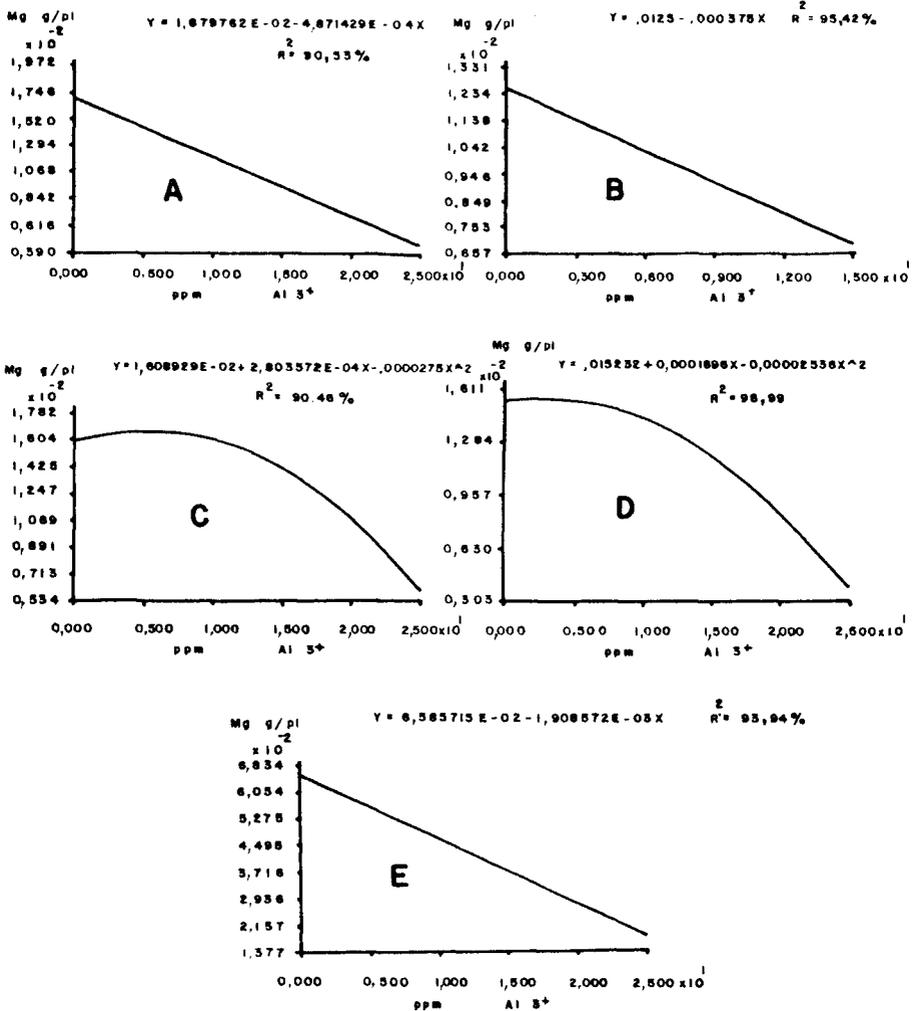


Fig. 4. Acúmulo de magnésio. A-nas folhas do último verticilo; B-nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D-nas raízes; E-acúmulo total de magnésio na planta, em função das doses de alumínio

Enxofre

Concentração: os valores da concentração de enxofre nas diversas partes da planta, com base no peso da matéria seca, em função das doses de alumínio, estão apresentados na Tabela 3. Registra-se que ocorreram diferenças, com redução na concentração desse nutriente, quando se incrementou as doses de alumínio. Informações a respeito da interação alumínio enxofre são demasiado escassas. Contudo, CARVALHO *et alii* (1985) detectaram uma tendência de diminuição na concentração de enxofre com o aumento das doses de alumínio. A julgar pela importância que o enxofre desempenha na planta, quer estrutural quer metabólica, uma diminuição do seu teor nos tecidos afeta a fotossíntese e a atividade respiratória, resultando em redução na síntese de proteínas, gerando em consequência redução do desenvolvimento, que será mais acentuado na parte aérea do que nas raízes, conforme MENGEL & KIRKBY (1982). As Figuras 5A e 5C mostram as curvas correspondentes às variações da concentração de enxofre com base no peso da matéria seca e em função das doses de alumínio, juntamente com as equações de regressão quadráticas, que foram aquelas que melhor se ajustaram a esse tipo de variação. Verifica-se que a partir de 5ppm de alumínio a concentração de enxofre na planta diminui sensivelmente. Ainda assim, os valores encontrados só atingem a caracterização de deficiência indicada por SHORROCKS (1979), a partir da dose de 5ppm de alumínio. A Figura 5B mostra a reta correspondente à variação da concentração de enxofre em função das doses de alumínio no caule, juntamente com a equação de regressão linear. A concentração de enxofre nas folhas do último verticilo, não apresenta variação e não se ajustou regressão para essa variável.

Acúmulo

Os dados analíticos referentes à quantidade de enxofre acumulada pela planta em função das doses de alumínio são apresentados na Tabela 3. Observa-se que à semelhança dos dados de concentração, a planta acumulou quantidades decrescentes desse nutriente. Nota-se

Tabela 3. Influência das doses de alumínio sobre a concentração e acúmulo de enxofre nas folhas do último verticilo (UV), nas folhas dos verticilos inferiores (VI), no caule (C), nas raízes (R) e acúmulo total (T) nas plântulas

Doses de Al ³⁺ (ppm)	Concentração de enxofre (%)				Acúmulo de enxofre (g/planta)					
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T	
0	0,23a*	0,24a	0,25a	0,22a	0,17a	0,014a	0,017a	0,015a	0,062a	
5	0,22ab	0,23a	0,23ab	0,21a	0,11ab	0,010ab	0,017a	0,016a	0,055ab	
10	0,20ab	0,22a	0,21ab	0,21a	0,10 bc	0,009ab	0,018a	0,017a	0,054ab	
15	0,19 b	0,18a	0,19 bc	0,21a	0,007bcd	0,006 b	0,014ab	0,015a	0,042 t	
20	0,16 c	-	0,16 cd	0,19a	0,06 cd	-	0,008 bc	0,009ab	0,023 c	
25	0,12 d	-	0,12 d	0,11 b	0,004 d	-	0,005 c	0,004 b	0,013 c	
Tukey (5%)	0,03	0,11	0,04	0,05	0,005	0,006	0,008	0,008	0,016	
C.V. (%)	7,12	24,44	9,40	11,75	25,90	30,84	26,50	29,58	17,00	

* Médias seguidas de letras não comuns nas colunas representam significância ao nível de 5% de probabilidade

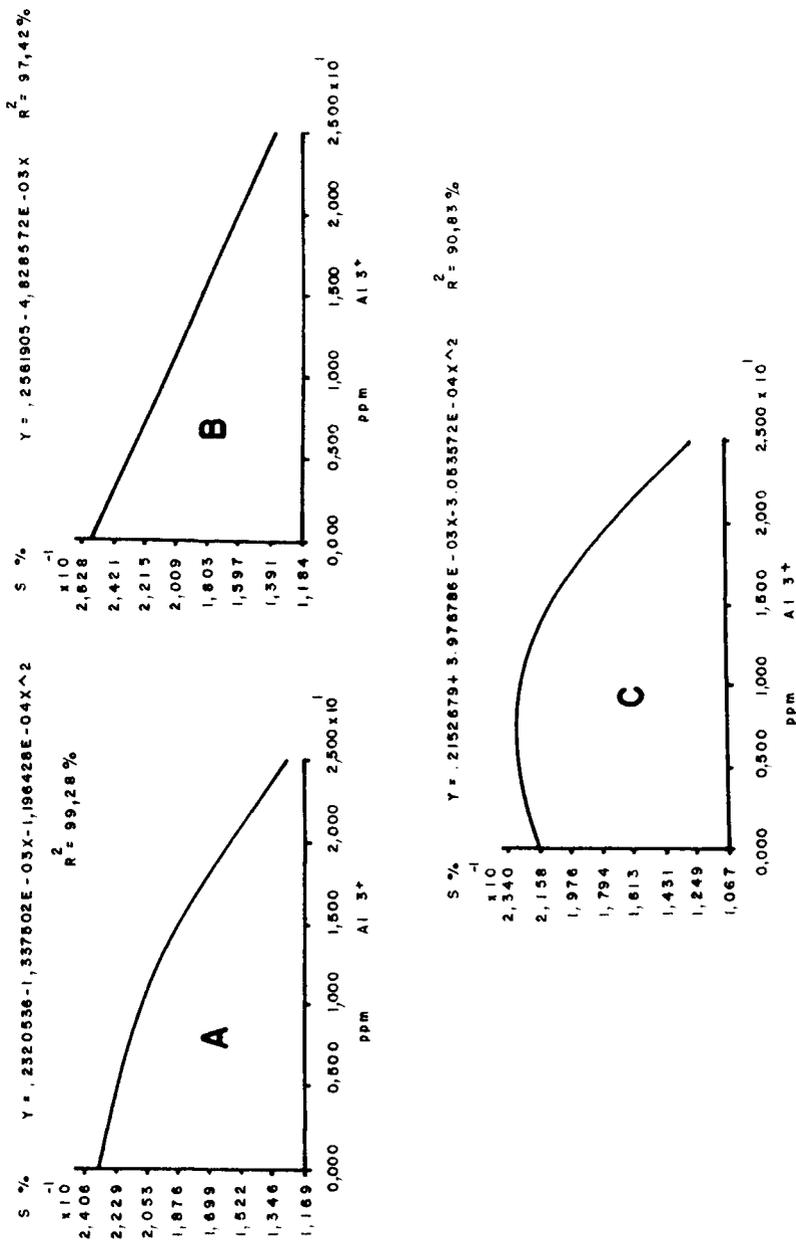


Fig. 5. Concentração de enxofre. A-nas folhas do último verticilo; B-no caule; C-nas raízes, em função das doses de alumínio

também que o maior acúmulo ocorreu na ausência de alumínio. Esses resultados são contrários àqueles obtidos por CARVALHO *et alii* (1985), que registraram menor acúmulo de enxofre no tratamento onde o alumínio está ausente. No presente experimento as diferenças entre tratamentos nas quantidades acumuladas são grandes, pois na dose mais elevada de alumínio a planta acumulou cerca de 79% menos enxofre do que na ausência daquele elemento. Uma explicação para este fenômeno é dada pelo fato de ser o enxofre um componente necessário em proteínas. Segundo MENGEL & KIRKBY (1982), uma deficiência desse nutriente resulta na inibição da síntese de proteínas. É que, segundo estes últimos autores, se a cisteína e a metionina que são aminoácidos contendo enxofre e são essenciais para formação dos blocos de proteínas, estiverem em deficiência, as proteínas não poderão ser sintetizadas e deste modo, a planta terá seu desenvolvimento comprometido. As equações de regressão que melhor se ajustaram à variação da quantidade de enxofre acumulada nas folhas do último verticilo e nas dos verticilos inferiores, com base no peso de matéria seca, em relação às doses de alumínio foram as lineares apresentadas nas Figuras 6A e 6B, juntamente com as retas correspondentes. Para acúmulo no caule, raízes e acúmulo total ajustou-se regressão quadrática, cujas equações estão assinaladas juntamente com as Figuras 6C, 6D e 6E.

CONCLUSÕES

Níveis superiores a 15ppm de alumínio no substrato provocam distúrbios nutricionais de Ca, Mg e S em seringueira.

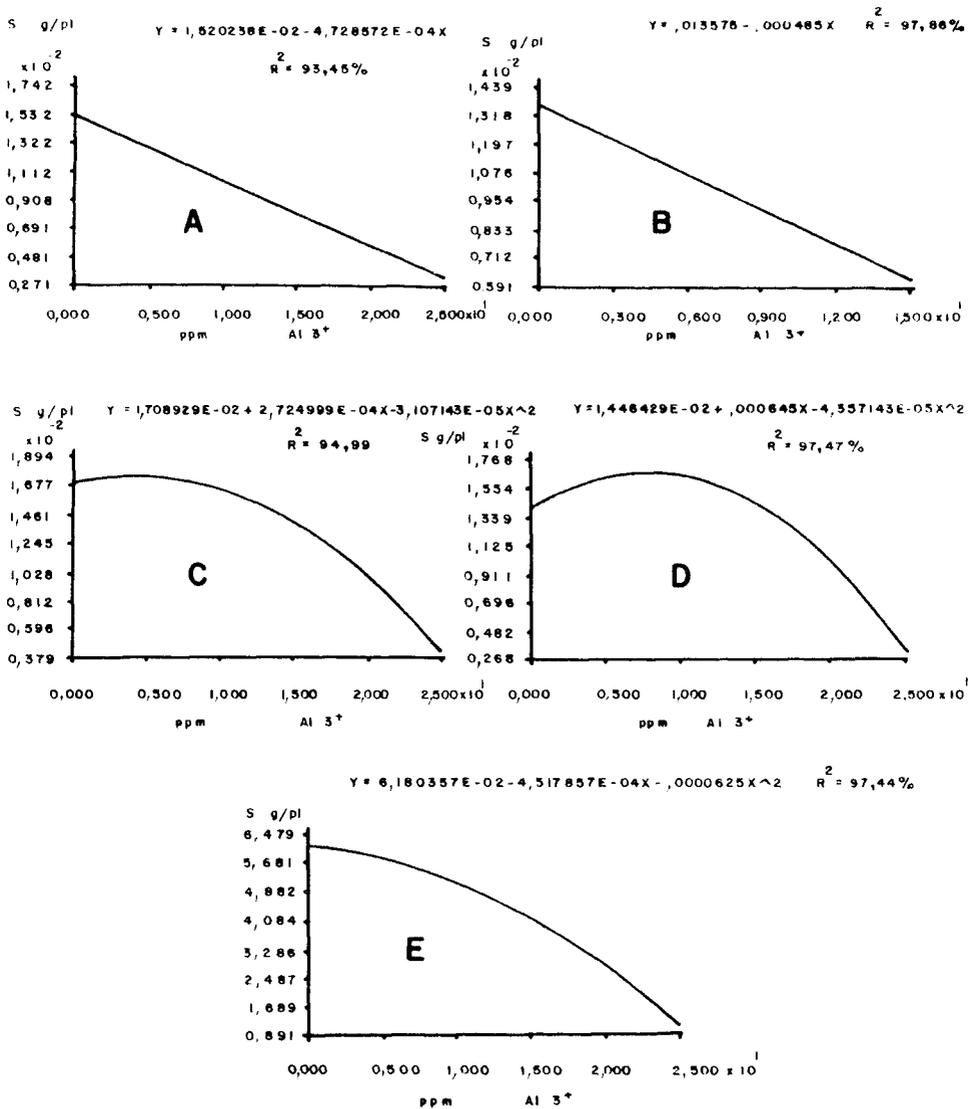


Fig. 6. Acúmulo de enxofre. A-nas folhas do último verticilo; B-nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D-nas raízes; E-acúmulo total de enxofre na planta, em função das doses de alumínio

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, F. Crop response to lime in the Southern United States. In: PEARSON, R.W. *Soil Acidity and liming*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1984. p.211-65.
- BOOLE-JONES, E.W. Cooper, its effects on the growth of the rubber plant (*Hevea brasiliensis*). *Plant and Soil*, The Hague, 10(2):150-78, 1957.
- BRINKMANN, W.L.F. & NASCIMENTO, J.C.do. The effect of slash and burn agriculture on plant nutrients in the tertiary region of Central Amazonia. *Acta Amazônica*, Manaus, 3(1):55-61, 1973.
- CARVALHO, J.G.de; VIÉGAS, I.de J.M.; BUENO, N.; HAAG, H.P. Efeito do alumínio sobre o desenvolvimento, absorção e translocação de nutrientes pela seringueira (*Hevea brasiliensis*) em solução nutritiva. (Em preparação).
- CERRI, C.C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B.P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em latossolo amarelo da Amazônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 9(1):1-4, 1985.
- CHAN, H.Y. Soil classification. In: PUSHPARAJA, E. & AMIN RRIM, L.L. *Soils under Hevea and their management in Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur, 1977. p.57-74.
- FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W., ed. *The plant root and its environment*. Charlottesville, University Press of Virginia, 1971. p.601-42.
- FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soil. In: ADAMS, F., ed. *Soil acidity and liming*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1984. p.57-97.
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., São Paulo, 1971. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. p.44-60.

- HAAG, H.P.; BUENO, N.; PEREIRA, J.da P. Exigências minerais em uma cultura de seringueira. *In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO*, Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.33-82.
- LAU, C.H. Rates of extraction of potassium and aluminum from five Malaysian soils by a cation exchange resin. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*, Kuala Lumpur, 27(2):104-13, 1979.
- MANARINO, R.P.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Comparação do humus de capoeira e de floresta natural em latossolos amarelos da região amazônica, Brasil. *In: CO-LÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO*, Piracicaba, 1982. *Anais*. São Paulo, PROMOCET, 1982. p.51-7.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Hohenheim, Institute of Plant Nutrition, 1986. 674p.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 3.ed. Bern, International Potash Institute, 1982. 655p.
- SANCHEZ, P.A. *Suelos del trópico*. Características y manejo. Costa Rica, IICA, 1981. 660p.
- SANCHEZ, P.A. & BRANDY, D.E. Suelos de la Amazonia y su manejo para producción continua de cultivos. *Suelos Ecuatoriales*, Medellín, 12(2):301-15, 1982.
- SANCHEZ, P.A.; VILLACHICA, J.H.; BRANDY, D.E. Soil fertility dynamics, after cleaning a tropical. Rain-forest in Peru. *Journal of the Soil Science Society of America*, Madison, 47(6):1171-8, 1983.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SHORROCKS, V.M. *Deficiências minerais em Hevea e plantas de cobertura associadas*. Brasília, SUDHEVEA, 1979. 76p.

540 An.ESALQ, Piracicaba, 47(parte 2):519-540, 1990

SOONG, N.K. & LAU, C.H. Physical and chemical properties in soil. In: PUSHPARAJA, E. & AMIN RRIM, L.L. *Soils under Hevea and their management in Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur, 1977. p.25-56.

VIEIRA, L.S. O solo e a cultura da seringueira (*Hevea spp*). FCAP. *Informe Didático*, Belém (2), 1981. p.177.

Entregue para publicação em: 22/09/89

Aprovado para publicação em: 06/11/90