

NUTRIÇÃO MINERAL DE SERINGUEIRA. XI. QUANTIDADE DE ALUMÍNIO NO SUBSTRATO AFETANDO A CONCENTRAÇÃO E O ACÚMULO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SERINGUEIRA (*Hevea* sp.)

N. Bueno*
H.P. Haag**
J.P. Pereira*
I.J.M. Viégas*

RESUMO: Com o propósito de comparar os efeitos de doses crescentes de alumínio sobre a composição química de nitrogênio, fósforo e potássio, conduziu-se um experimento usando-se separadamente solução nutritiva de Boole-Jones e soluções de doses de alumínio que se constituíram de 0, 5, 10, 15, 20, 25ppm de alumínio, em que as plantas passaram vinte e quatro horas na solução nutritiva (sem alumínio) e vinte e quatro horas nas soluções de alumínio. As plantas foram coletadas noventa dias após e separadas em raiz, caule, folha dos verticilos inferiores e folhas do último verticilo. Determinou-se a concentração de N, P e K pelos métodos usuais de laboratório. Os autores concluíram: A seringueira é planta tolerante à presença de concentrações de alumínio no substrato inferior a 15ppm. Níveis superiores provocam distúrbios nutricionais na planta.

Termos para indexação: alumínio, seringueira, acúmulo, concentração, N, P, K.

* Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS), órgão da EMBRAPA. Manaus, AM.

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

MINERAL NUTRITION OF RUBBER PLANTS. XI. ALUMINUM
CONCENTRATION IN THE SUBSTRACT AFFECTING
THE COMPOSITION OF N, P, K IN YOUNG
RUBBER TREES (*Hevea* sp.)

ABSTRACT: Young rubber trees were cultivated in Bolle-Jones nutrient solutions modified for iron supply. A separate solution of aluminum was prepared by dissolving a thin aluminum foil with HCl 1N. From these stock solution the following solutions were prepared: 0, 5, 10, 15, 20 and 25ppm of aluminum. The plants remained for 24 hours in nutrient solution and for another 24 hours in the aluminum solutions. The procedure was carried out during 95 days. After 95 days the plants were harvested and divided into top whorls, remaining whorls, stem and roots. The material was analysed for N, P and K by routine methods. The authors concluded that the rubber plant is tolerant to concentration up to 15ppm of aluminum in the substract. Higher levels induce malnutrition of N, P and K in plants.

Index terms: aluminum, rubber tree, acumulation, concentration, N, P, K.

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. 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 de 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 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).

O trabalho foi realizado com o seguinte objetivo:

- Avaliar os efeitos do alumínio sobre a composição química de N, P, K nas diversas partes da 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 umedecido diariamente e a emergência das plantas teve início no oitavo dia após a sementeira. 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 BOOLE-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. São 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 moído para determinações químicas de N, P, K, segundo técnica descrita em SARRUGE e HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nitrogênio:

Concentração: Nas Figuras 1a, 1b e 1c e na Tabela 1 encontram-se os resultados analíticos da concentração

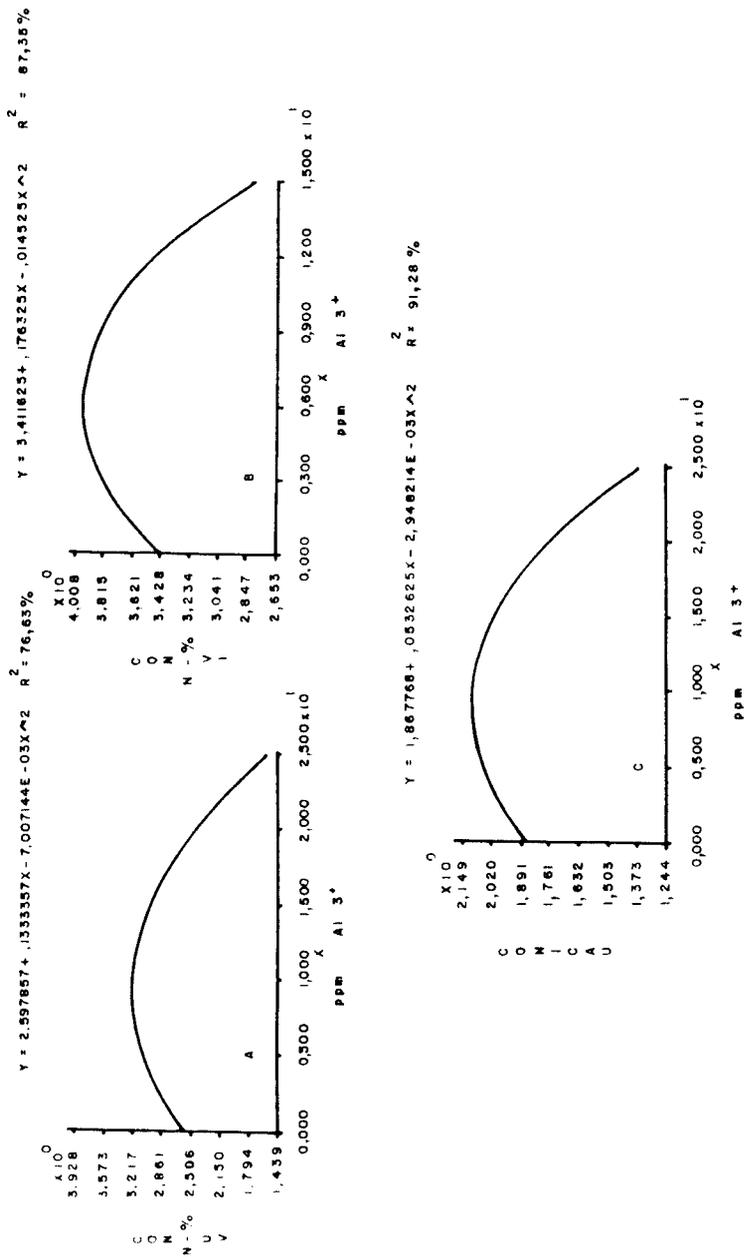


Figura 1. Concentração de nitrogênio A- nas folhas do último verticilo; B- nas folhas dos verticilos inferiores; C- no caule, em função das doses de alumínio

Tabela 1. Influência das doses de alumínio na concentração e no acúmulo de nitrogênio no último verticilo (UV), nos verticilos inferiores (VI), no caule (C) e nas raízes (R) e no acúmulo total (AT), nas plântulas

Doses de Al ³⁺ (ppm)	Concentração de nitrogênio (%)				Acúmulo de nitrogênio em g/planta					
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T	
0	2,51bc	3,48b	1,93a	1,42ab	0,171a	0,187a	0,133ab	0,092ab	0,583a	
5	3,00ab	3,71ab	1,98a	1,46ab	0,160ab	0,168a	0,153a	0,107ab	0,589a	
10	3,81a	3,94a	2,02a	1,54ab	0,196a	0,158a	0,172a	0,122a	0,648a	
15	2,62abc	2,71c	2,07a	1,56ab	0,122abc	0,101b	0,155a	0,191a	0,489a	
20	2,28bc	-	1,85a	1,91a	0,089bc	-	0,094ab	0,087ab	0,269b	
25	1,72c	-	1,29b	1,06b	0,059c	-	0,059b	0,043b	0,161b	
Tukey (5%)	1,21	0,44	0,53	0,54	7,73	4,39	0,089	0,066	0,167	
C.V. (%)	20,24	6,05	12,78	16,07	25,86	13,65	30,92	31,18	16,23	

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

de nitrogênio na planta, com as respectivas equações de regressão e indicações de diferenças significativas em função de seis doses de alumínio aplicadas. Registrou-se variação na concentração de nitrogênio quando aumentou a dose de alumínio aplicada, para todas as variáveis estudadas, exceto para as raízes. Ajustou-se regressão quadrática para esse tipo de variação, sendo apresentadas, juntamente com as curvas correspondentes nas figuras 1a, 1b e 1c. Na figura 1a, onde se estudou a concentração de nitrogênio no último verticilo, visualiza-se um ponto de máximo de 3,217% na dose de 10 ppm de alumínio a partir da qual inicia um decréscimo acentuado. Vale aqui ressaltar que a solução nutritiva usada continha $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$ e segundo FOY (1984), muitas plantas tolerantes a alumínio também toleram níveis de NH_4^+ que seriam tóxicos para outras plantas, podendo também essa tolerância ao alumínio ser caracterizada pela habilidade da planta em usar eficientemente o NO_3^- na presença de NH_4^+ . Este aspecto é também esclarecido por MENGEL e KIRKBY (1982) e MARSCHNER (1986). Para este último autor, plantas tolerantes a alumínio e que receberam somente NO_3^- como fonte de nitrogênio frequentemente apresentam um desenvolvimento pobre e desenvolvem clorose, o que seria causado ou por indução de deficiência de ferro ou por diminuição da atividade da enzima redutase de nitrato em algumas espécies. FOY (1984) adverte para a possibilidade de o excesso de alumínio reduzir sensivelmente a atividade da redutase de nitrato. Pela figura 1b percebe-se que o ponto de máxima concentração de nitrogênio nas folhas inferiores foi de 3,95% na dose de 6ppm de alumínio. No caule, figura 1c, a máxima concentração foi de 2,11% na dose de 10ppm de alumínio, a partir da qual se observa uma queda na concentração. Não se ajustou nenhuma regressão para a variação da concentração de nitrogênio nas raízes, pois não houve diferenças significativas para este tipo de variação em função das doses de alumínio.

Acúmulo: A variação na quantidade de nitrogênio na planta é apresentada na tabela 1 e Figuras 2a, 2b, 2c, 2d e 2e. Percebe-se que a absorção de nitrogênio

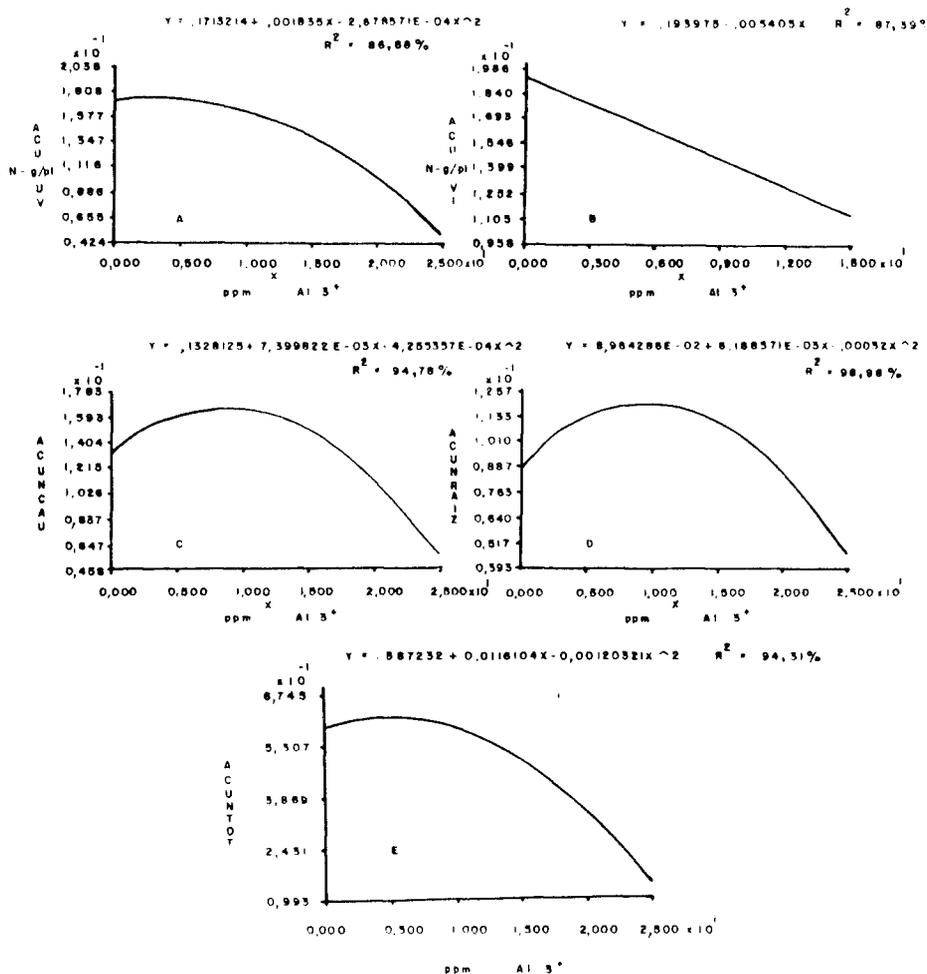


Figura 2. Acúmulo de nitrogênio A- nas folhas do último verticilo; B- nas folhas dos verticilos inferiores; C-no caule; D- nas raízes; E- acúmulo total de nitrogênio na planta em função das doses de alumínio

pelas plantas sofreu influência das doses de alumínio, especialmente naquelas mais altas, em que a absorção foi sensivelmente prejudicada, à semelhança dos efeitos observados para a concentração. Estes resultados diferem daqueles encontrados por CARVALHO *et alii* (1985) que não detectaram diferenças para o acúmulo de nitrogênio. Nota-se na figura 2e, onde se assinala o ajuste da equação de regressão quadrática, que a medida que aumentou a dose de alumínio a partir de 10ppm ocorreu um decréscimo no acúmulo de nitrogênio. As informações sobre o comportamento do nitrogênio na nutrição da seringueira em função da presença de alumínio no substrato quase inexistem e, a julgar pelas fontes desse nutriente atualmente usadas na adubação da cultura, justifica relacionar essa interação como preocupação a curto prazo. Verifica-se que nas folhas dos verticilos inferiores o acúmulo de nitrogênio foi drasticamente afetado pelo incremento das doses de alumínio. A equação de regressão que melhor se ajustou a este tipo de variação foi a linear, representada na figura 2b. Isto explica que já na dose de 15ppm de alumínio a concentração de nitrogênio era apenas 54% daquela observada no tratamento em ausência desse elemento.

Fósforo:

Concentração: Os dados analíticos referentes à concentração de fósforo na planta com base no peso da matéria seca, em função das doses de alumínio, são apresentados na Tabela 2. Os resultados da análise de regressão para a mesma variável, encontram-se nas Figuras 3a, 3b, 3c e 3d, onde se assinalam as respectivas equações de regressão. Percebe-se, através da tabela 2 e das figuras mencionadas, que a concentração de fósforo na planta sofreu uma redução com o aumento da dose de alumínio no substrato. Este resultado concorda com aqueles encontrados por LAU (1979), que verificou efeito depressivo no teor de fósforo em plântulas do clone Tjir 1, quando as doses de alumínio aumentaram de Al_0 para Al_3 . Do mesmo modo, CARVALHO *et alii* (1985) encontraram evidências de limitação na concentração de

Tabela 2. Influência das doses de alumínio sobre a concentração e acúmulo de fósforo no último verticilo (UV), nos verticilos inferiores (VI), no caule (C), nas raízes (R) e acúmulo total (AT) de fósforo nas plântulas

Doses de Al ⁺ ₃ (ppm)	Concentração de fósforo (%)				Acúmulo de fósforo (g/planta)				
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T
0	0,48a*	0,47a	0,45a	0,48a	0,035a	0,085a	0,032ab	0,031ab	0,183a
5	0,39b	0,38ab	0,42ab	0,45ab	0,021b	0,017a	0,031ab	0,033a	0,102ab
10	0,35bc	0,29bc	0,41ab	0,42abc	0,018bc	0,012a	0,035a	0,033a	0,098ab
15	0,27c	0,27c	0,40ab	0,38bcd	0,013bcd	0,010a	0,030ab	0,027ab	0,076b
20	0,18b	-	0,38ab	0,34cd	0,007cd	-	0,018ab	0,01bc	0,041b
25	0,15d	-	0,35b	0,32d	0,005d	-	0,016b	0,010c	0,032b
Tukey (5%)	0,09	0,10	0,10	0,03	0,011	0,08	0,018	0,016	0,092
C.V. (%)	13,31	13,78	11,45	8,96	31,55	22,43	29,87	27,80	46,12

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

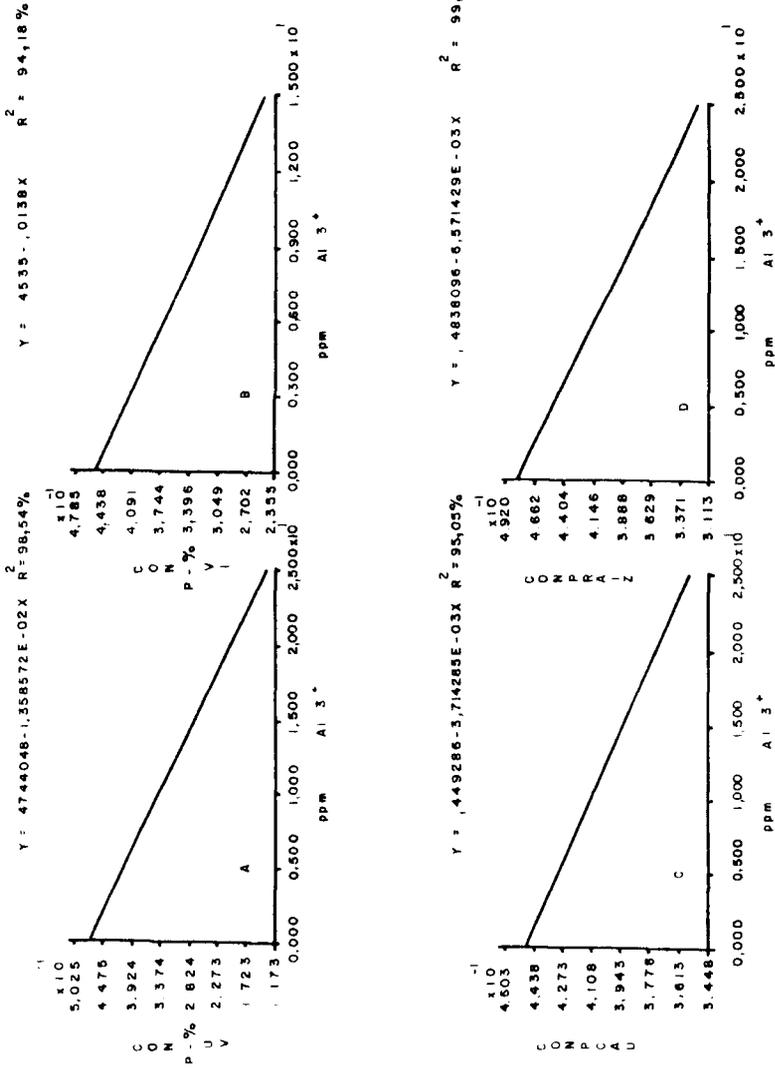


Figura 3. Concentração de fósforo A- nas folhas do último verticilo; B- nas folhas dos verticilos inferiores; C- no caule; D- nas raízes, em função das doses de alumínio

fósforo em plântulas de seringueira, ocasionada por aumento das doses de alumínio na solução nutritiva. Este aspecto sugere que a tolerância da seringueira a alumínio está intimamente relacionada com a habilidade da planta em usar eficientemente o fósforo na presença daquele elemento. Para MENGEL e KIRKBY (1982), na célula da planta o alumínio pode interferir no metabolismo do fósforo pela formação de complexos estáveis de Al-P, além de afetar as atividades das enzimas fosfoquinases e ATP-ases e de funcionar como agente fortemente complexador dos fosfatos dos ácidos nucléicos, o que pode resultar na inibição da divisão celular, dando, em consequência, menor concentração do nutriente nas plantas. As observações de FOY (1984) indicam que a presença do alumínio no ambiente que envolve as raízes pode reduzir de modo acentuado as concentrações de fósforo orgânico, de fósforo inorgânico e de fósforo total na planta. Uma comparação entre os dados registrados na tabela 2 e aqueles mostrados por SHORROCKS (1979) evidencia que só a partir da presença de 20ppm de alumínio na solução, as plântulas apresentaram valores de concentração de fósforo no último verticilo, que indicam deficiência desse nutriente.

Acúmulo: A variação na quantidade de fósforo na planta em função das doses de alumínio é apresentada na tabela 2. Vê-se que o aumento da concentração de alumínio na solução causou um decréscimo na absorção de fósforo e isto permite inferir que em doses superiores a 10ppm de alumínio na solução este elemento pode interromper o desenvolvimento de plântulas de seringueira, por deficiência de fósforo. A equação de regressão melhor se ajustou à variação da quantidade de fósforo em função das doses de alumínio para folhas do último verticilo e acúmulo total na planta foi a linear, indicada juntamente com as retas correspondentes nas Figuras 4a e 4e, nas quais percebe-se que o alumínio contribuiu para uma queda acentuada do acúmulo de fósforo e isto caracteriza o efeito de suas interações. Para a variação na quantidade de fósforo acumulada nas folhas dos verticilos inferiores, no caule e nas raízes a

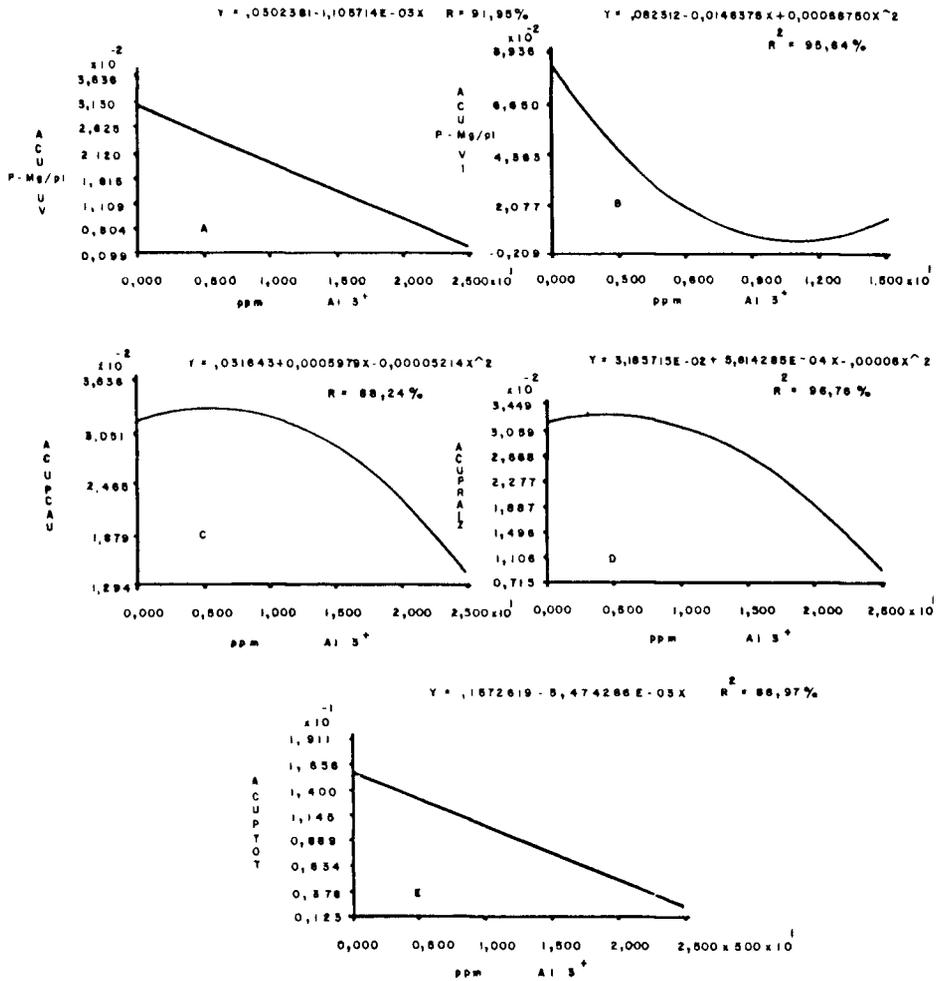


Figura 4. Acúmulo de fósforo A- nas folhas do último verticilo; B- nas folhas dos verticilos inferiores; C- no caule; D- nas raízes; E- acúmulo total de fósforo na planta, em função das doses de alumínio

equação de regressão que melhor se ajustou foi a quadrática, indicada juntamente com as curvas correspondentes nas figuras 4b, 4c e 4d. Uma explicação para este fato poderia ser dada pelas considerações de ADAMS (1980/1984), segundo as quais, nem todo alumínio absorvido torna-se adsorvido e/ou precipitado nas raízes ou próximo delas. O mesmo autor argumenta que tanto a tolerância como o acúmulo de alumínio e suas interações com o fósforo na planta sugerem que ácidos orgânicos atuam como quelatantes, evitando a precipitação do alumínio, que assim se moverá livremente na célula e possivelmente nas mitocôndrias, de modo a interferir diretamente no metabolismo do fósforo. Para MARSCHNER (1986) o alumínio pode afetar diretamente a absorção de fósforo através de formação de complexos que se precipitam como fosfato de alumínio na superfície da raiz e/ou no espaço livre aparente (ELA).

Potássio:

Concentração: Os valores da concentração de potássio nas diversas partes da planta, com base no peso da matéria seca, em função das doses de alumínio, estão representados na Tabela 3. Verifica-se que ocorreu uma diminuição na concentração de potássio com o incremento das doses de alumínio. Estes resultados concordam com aqueles encontrados por LAU (1979). A inibição na concentração de potássio em plantas do clone Tjir 1 foi detectada por LAU (1979) mesmo quando as doses desse nutriente foram aumentadas de K_0 para K_3 . Apesar de os dados de CARVALHO *et alii* (1985) não apresentarem diferenças para os valores de concentração de potássio em função do alumínio, nota-se uma tendência de limitação daquela variável com o incremento do alumínio na solução. Ajustou-se a regressão linear para esse tipo de variação, estando apresentada, juntamente com a reta correspondente, nas Figuras 5a, 5b e 5c. Informações sobre a interação alumínio-potássio são escassas, contudo, FOY (1984) argumenta que tolerância a alumínio tem sido associada a notável absorção de potássio. De fato, no presente experimento, a concentração de potássio só

Tabela 3. Influência das doses de alumínio sobre a concentração e acúmulo de potássio no último verticilo (UV), nos verticilos inferiores (VI), no caule (C), nas raízes (R) e acúmulo total (T) de potássio nas plantas

Doses de Al ³⁺ (ppm)	Concentração de potássio (%)				Acúmulo de potássio (g/planta)				
	UV	VI	C	R	UV	VI	C	R	T
0	1,57a*	1,37a	1,06a	1,39a	0,086a	0,058a	0,072a	0,090a	0,306a
5	1,48ab	1,28a	0,91ab	1,21ab	0,079a	0,057a	0,068ab	0,085ab	0,291ab
10	1,37ab	1,17a	0,82ab	1,03abc	0,078a	0,047a	0,071a	0,083ab	0,279ab
15	1,33ab	1,12a	0,81ab	0,98abc	0,064a	0,042a	0,060abc	0,070abc	0,236b
20	1,22b	-	0,79ab	0,83bc	0,047a	-	0,039bc	0,039bc	0,124c
25	0,92c	-	0,75b	0,75c	0,030a	-	0,034c	0,026c	0,090c
Tukey (5%)	0,28	0,51	0,28	0,44	0,057	0,079	0,029	0,050	0,069
C.V. (%)	9,49	19,65	14,68	18,98	39,89	44,52	22,73	34,25	13,73

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

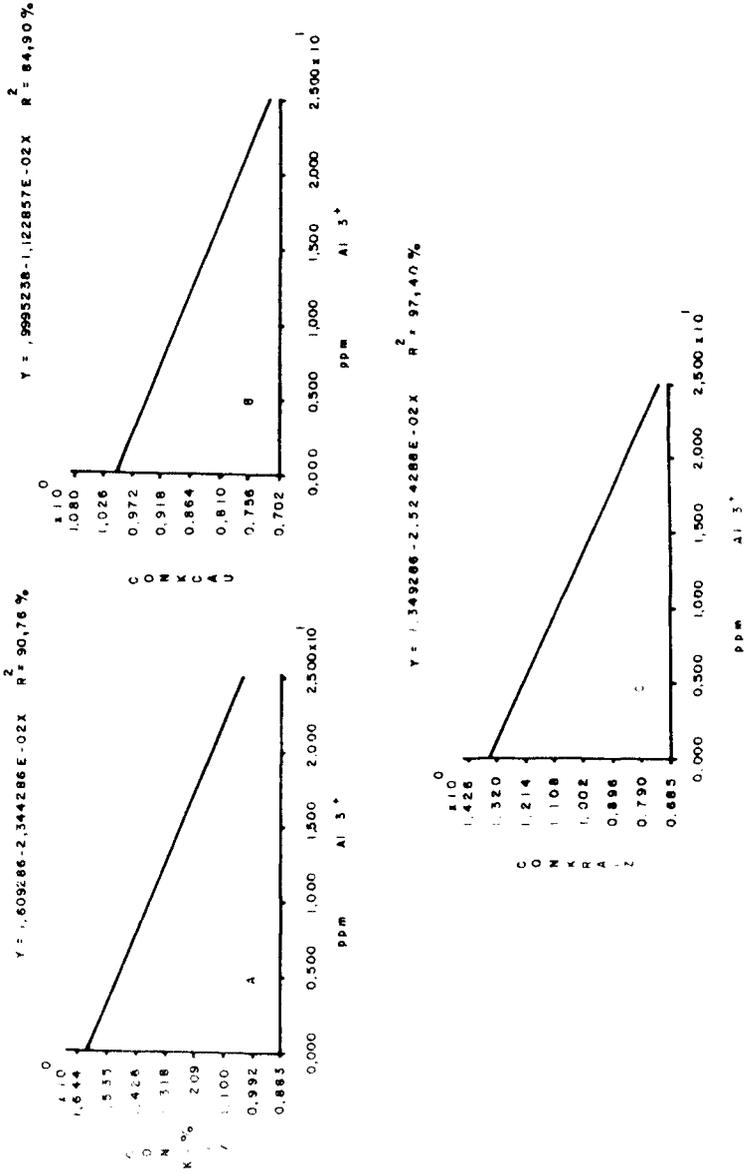


Figura 5. Concentração de potássio, A- nas folhas do último verticilo; B- no caule; C- nas raízes, em função das doses de alumínio

é reduzida drasticamente a partir da aplicação de 5ppm de alumínio na solução, e isto concorda também com USHERWOOD (1982) quando sugere que em altos índices de saturação é esperado que o alumínio exerça um controle considerável na absorção do potássio. Concentrações de potássio nas folhas do último verticilo, maiores do que as concentrações nas raízes significa que mesmo sob estresse a planta foi capaz de absorver o nutriente ao ponto de os valores concordarem com SHORROCKS (1979) até o nível de 20ppm de alumínio.

Acúmulo: A variação na quantidade de potássio acumulada na planta em função das doses de alumínio encontra-se na tabela 3. Registra-se que o acúmulo total bem como aqueles verificados no caule e nas raízes variaram com o incremento das doses de alumínio, enquanto nas folhas do último verticilo e nas dos verticilos inferiores o acúmulo de potássio não apresentou variação, apesar de se observar uma tendência depressiva do acúmulo de potássio, com o incremento das doses de alumínio. Como o sistema radicular das plantas ficou comprometido a partir de 20ppm de alumínio na solução, isto sugere que o efeito principal do alumínio sobre o acúmulo de potássio ocorre provavelmente através da redução do tamanho do sistema radicular e da capacidade de absorção por unidade de tecido absorvente. A ausência de alumínio incrementou a acumulação de potássio pela planta, ao contrário de CARVALHO *et alii* (1985) que obtiveram menor absorção na ausência daquele elemento. No presente experimento o acúmulo total de potássio na dose mais elevada de alumínio (25ppm de Al) foi cerca de 70% inferior ao acúmulo registrado para o tratamento sem alumínio. Ajustou-se regressão linear para as variações de potássio nas folhas do último verticilo, no caule e nas raízes, e regressão quadrática para as variações de acúmulo nas folhas dos verticilos inferiores e acúmulo total, estando representadas juntamente com as retas e curvas correspondentes, nas Figuras 6a, 6b, 6c, 6d e 6e.

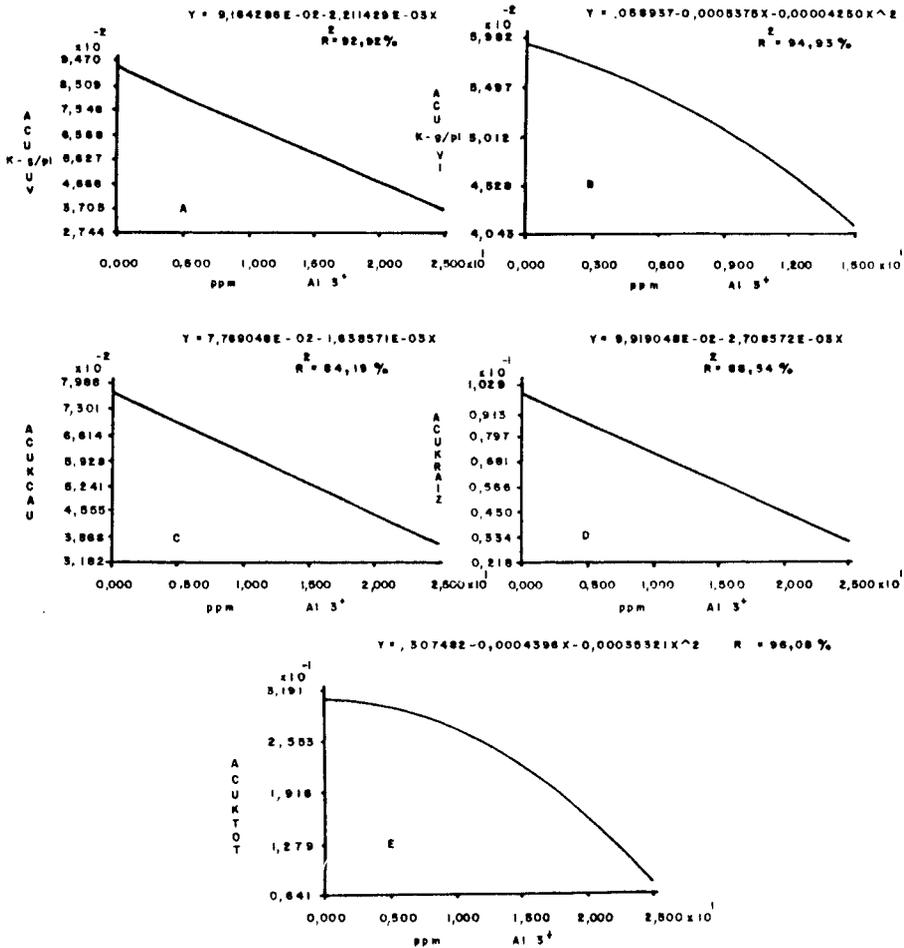


Figura 6. Acúmulo de potássio, A-nas folhas do último verticilo; B- nas folhas dos verticilos inferiores; C- no caule; D- nas raízes; E- acúmulo total de potássio na planta, em função das doses de alumínio

CONCLUSÃO

- A seringueira é acumuladora e tolerante à presença de concentrações de alumínio inferiores a 15ppm do substrato. Níveis superiores de alumínio provocam distúrbios nutricionais na planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- ADAMS, F. Crop response to lime in the Southern United States. In: _____, ed. *Soil acidity and liming*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1984. p.211-65.
- ADAMS, F. Interactions of phosphorus with other elements in soils and in plants. In: KHASAWNEH, F.E., ed. *The role of phosphorus in agriculture*, Madison, American Society of Agronomy, 1980. p.655-80.
- 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.
- 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).
- 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. 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.
- 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, Internacional Potash Institute, 1982. 655p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química 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.
- 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.
- USHERWOOD, N.R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, E.T. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1982. p.227-47.
- VIEIRA, L.S. O solo e a cultura da seringueira (*Hevea* spp). FCAP. *Informe Didático*, Belém (2), 1981. p. 177.

Recebido para publicação em: 11/11/88

Aprovado para publicação em: 12/06/89