**DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM
SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* L.)**

WLAMIR DO AMARAL

Orientador : PROF. DR. JOSÉ RENATO SARRUGE

**Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia.**

**Área de Concentração: Solos e Nutrição de
Plantas.**

P I R A C I C A B A - S P

Dezembro - 1983

*Aos meus pais,
com gratidão,
OFEREÇO.*

À alguém muito especial,

*"Que maravilha seria viver
Se todos fossem no mundo
iguais a você ..."*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge, pela orientação e amizade.

Aos Prof. Dr. Gilberto Diniz de Oliveira (*In memorian*).

Aos Profs. Drs. Henrique Paulo Haag, Antonio Roque Dechen (ESALQ-USP) e ao Pesquisador Dr. Mário Cardoso (IAC), pelo apoio recebido.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral das Plantas, pela colaboração prestada.

À SUDHEVEA e FEALQ, pelo suporte financeiro.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Sintomas de deficiência	15
4.1.1. Omissão de nitrogênio	15
4.1.2. Omissão de fósforo	16
4.1.3. Omissão de potássio	16
4.1.4. Omissão de cálcio	17
4.1.5. Omissão de magnésio	18
4.1.6. Omissão de enxofre	18
4.1.7. Omissão de boro	19
4.2. Crescimento	20
4.3. Concentração de nutrientes	21
4.3.1. Nitrogênio	21
4.3.2. Fósforo	26
4.3.3. Potássio	27
4.3.4. Cálcio	29
4.3.5. Magnésio	30
4.3.6. Enxofre	30
4.3.7. Boro	31
4.3.8. Cobre	32

	Página
4.3.9. Ferro	33
4.3.10. Manganês	34
4.3.11. Zinco	34
4.4. Níveis de nutrientes	35
5. CONCLUSÕES	37
6. LITERATURA CITADA	39

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM
SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* L.)

Candidato: Wlamir do Amaral

Orientador: Prof. Dr. José Renato Sarruge

RESUMO

Plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) foram cultivadas, em casa de vegetação do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP, em quartzo moído, irrigado com soluções nutritivas, conforme SARRUGE (1975), e submetidas aos seguintes tratamentos: completo, omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg, omissão de S e omissão de B, com o objetivo de: a) obter sintomas de deficiências de macronutrientes e de boro; b) analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca; c) determinar a concentração de macro e micronutrientes nas folhas, caule e raízes das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

Os sintomas visuais de deficiência foram identificados e descritos. As plantas foram coletadas e separadas em raiz, caule e folhas, e determinaram-se os teores de macro

e micronutrientes.

Os resultados mostraram:

- foram identificados sintomas de deficiências para todos os tratamentos de omissão de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S e B).

- As omissões de N, K, Mg ou B da solução nutritiva, diminuíram o peso da matéria seca.

- As concentrações dos elementos nas folhas de plantas com sintomas e sem sintomas de deficiência foram, respectivamente: N% = 1,94 e 3,40; P% = 0,14 e 0,25; K% = 0,79 e 2,22; Ca% = 0,59 e 1,28; Mg% = 0,26 e 0,50; S% = 0,10 e 0,10; B ppm = 31,3 e 171,8.

MACRONUTRIENTS AND BORON DEFICIENCIES ON RUBBER-TREE
(*Hevea brasiliensis* L.)

Candidate: Wlamir do Amaral

Adviser: Prof. Dr. José Renato Sarruge

SUMMARY

In order to obtain:

a) a clear picture of the deficiencies symptoms of N, P, K, Ca, Mg, S and B;

b) the lack of the elements on the dry matter production;

c) concentrations of the macro and micronutrients on the leaves, stems and roots;

Young rubber plants (*Hevea brasiliensis* L.), were cultivated in nutrients solutions, in which one the following elements were omitted at once: N, P, K, Ca, Mg, S and B.

Clear out symptoms were obtained for all macro-nutrients and boron.

The growth rate of the rubber plants were dras-

tically affected by lack of N, K followed by other nutrients. The omission of P from the nutrient solution did not affected the growth of the plants. The levels detected by chemical analysis of the leaves from with symptoms of deficiency and without symptoms of deficiency plants were: N% = 1.94 and 3.40; P% = 0.14 and 0.25; K% = 0.79 and 2.22; Ca% = 0.59 and 1.28; Mg% = 0.26 and 0.50; S% = 0.10 and 0.10; B ppm = 31.3 and 171.8.

1. INTRODUÇÃO

A *Hevea brasiliensis* L., devido ao seu alto valor comercial, é a principal dentre as espécies conhecidas de seringueira.

Da seringueira obtêm-se o látex. Deste, por sua vez, extrai-se a borracha vegetal, atualmente denominada de borracha natural. Juntamente com o petróleo e o aço, CARDOSO (1980) considera a borracha natural como parâmetro de desenvolvimento de uma nação.

Houve época em que o Brasil e "pátria da borracha" eram sinônimos. Tal quadro, porém, hoje já não mais se verifica. Atualmente importa-se borracha natural, sendo que a Malásia, maior produtor mundial e a Indonésia, participam com 76% destas importações.

No Brasil estima-se que a área de dispersão

das diversas espécies de *Hevea* atinja 3 milhões e 900 mil quilômetros quadrados. Considera-se a bacia do Rio Negro como o centro de dispersão de *Hevea*.

Gênero *Hevea*, família Euforbiácea, vulgarmente conhecida como seringueira, é o que se constitui em uma das grandes promessas para a economia do país. Somente o Estado de São Paulo possui algo da ordem de 15 milhões de hectares apropriados ao cultivo de seringueira, o que equivale a 2,5 vezes a área da Ásia e a 30 vezes a da África cultivadas com *Hevea*.

Com o objetivo de se obter uma produção economicamente viável, torna-se necessária a aplicação de corretivos e fertilizantes. Não obstante dispormos de dados sobre a nutrição e adubação da cultura, estes são, em sua maioria, estrangeiros, obtidos em condições diferentes.

O presente trabalho tem como objetivo os seguintes aspectos nutricionais da cultura da seringueira.

- a - Obter os sintomas de deficiência dos macronutrientes e de boro.
- b - Analisar o crescimento das plantas mediante análise da produção de matéria seca.
- c - Determinar a concentração dos macro e mi

cronutrientes nas raízes, caule e folhas das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Coube ao engenheiro francês François Fresneau o mérito por ter sido o primeiro a descrever as características e propriedades da seringueira. Ao botânico Fessé Aublet, também francês, coube o encargo de descrever o gênero *Hevea*, bem como a espécie *guayanensis*. A principal espécie produtora de borracha foi estudada por Junt em 1804, sob o nome de *Siphona brasiliensis*. Já em 1866 evoluiu para *Hevea brasiliensis* L. (MALAVOLTA *et alii*, 1974).

Praticamente toda a literatura concernente a problemas nutricionais da seringueira é estrangeira e poucos trabalhos foram realizados no Brasil.

Segundo SHORROCKS (1965a) a distribuição de matéria seca nas partes das plantas de um ano de idade, cultivadas em condição de campo, para o clone RRIM 501 (445 plantas/ha) em kg por árvore foi: Raízes (1,01); galhos jovens

Tabela 1 - Concentração de nutrientes encontrados nas partes das plantas, na matéria seca, de seringueira

Elemento	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficientes	Normais	
N (%)	areia	folhas	2,80-3,00	2,90-3,50	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	3,07-3,74	SHORROCKS (1961)
	campo	folhas	-	2,79	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,93	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,45	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,62	SHORROCKS (1965a)
P (%)	areia	folhas	0,12-0,17	0,20-0,28	BOLLE-JONES (1954)
	campo	casca de árvore	0,025-0,034	0,137	VAN DER MAREL (1960)
	campo	folhas	-	0,18	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,11	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,05	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,09	SHORROCKS (1965a)
	campo	folhas	-	0,23	PUSHPARAJAH (1977)

cont.

(0,36), folhas (0,25), total (2,84).

As principais regiões que cultivam seringueira em nosso país possuem solos pobres em nutrientes, de acordo com MALAVOLTA *et alii* (1974), havendo portanto, uma boa resposta de plantas com uma grande extração de nutrientes à aplicação de fertilizantes no solo. Porém, HOELZ *et alii* (s./d.) comparando a extração de nutrientes entre a seringueira e outras culturas tropicais, observaram que as necessidades minerais da seringueira na maturidade são bem menores que a das outras culturas.

O diagnóstico visual de deficiências nutricionais se constitui em um bom parâmetro para condução da cultura, sendo que a confirmação de uma deficiência poderá ser obtida por análise química das folhas. Adiante segue a Tabela 1, de concentração de nutrientes encontrados em diferentes partes das plantas de seringueira.

FALLOWS (1963) não observou sintomas de deficiências de cálcio e tão pouco encontrou efeito deste nutriente sobre o crescimento e produção da seringueira, em condições de campo. Segundo MALAVOLTA *et alii* (1974), reportando SHORROCKS (1960), diz que a falta do efeito do cálcio sobre o crescimento de seringueira, em condições de campo, se deve ao fato de se empregar este nutriente, na forma de rochas fosfatadas, em doses acima da necessidade das plantas.

cont.

Elemento	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficientes	Normais	
K (%)	areia	folhas	0,40-0,50	1,10-1,60	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	1,11	SHORROCKS (1961)
	campo	folhas	-	0,90	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,63	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,25	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,31	SHORROCKS (1965a)
	campo	folhas	-	1,15	PUSHPARAJAH (1977)
Ca (%)	areia	folhas	0,11-0,20	0,38-0,51	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	0,60-1,00	FALLOWS (1963)
	campo	folhas	-	0,86	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,82	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,33	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,31	SHORROCKS (1965a)
	campo	folhas	-	0,78	PUSHPARAJAH (1977)

cont.

cont.

Elemen- to	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficientes	Normais	
Mg (%)	areia	folhas	0,05-0,16	0,24-0,26	BOLLE-JONES (1964)
	campo	folhas	0,13	0,22	BOLTON e SHORROCKS (1961)
	campo	folhas	-	0,24	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,12	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,33	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,15	SHORROCKS (1965a)
	campo	folhas	-	0,21	PUSHPARAJAH (1977)
S (%)	areia	folhas	0,12	0,14-0,24	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	0,22	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	0,12	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	0,06	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	0,06	SHORROCKS (1965a)
B(ppm)	areia	folhas	1,2 - 12	20-68	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	29	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	6	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	4	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	4	SHORROCKS (1965a)

cont.

cont.

Elemento	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficientes	Normais	
Cu(ppm)	areia	folhas	3	13	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	11	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	11	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	3	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	4	SHORROCKS (1965a)
Fe(ppm)	areia	folhas	53-58	66-85	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	182	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	71	SHORROCKS (1965a)
	campo	tronco	-	30	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	233	SHORROCKS (1965a)
Mn(ppm)	areia	folhas	6-8	11-35	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	58-113	SHORROCKS e WATSON (1961)
	campo	folhas	-	211	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	90	SHORROCKS (1965a)
	campo	troncos	-	25	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	16	SHORROCKS (1965a)

cont.

Elemen- to	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficientes	Normais	
Zn(ppm)	areia	folhas	14	21	BOLLE-JONES (1954)
	campo	folhas	-	23	SHORROCKS (1965a)
	campo	galhos verdes	-	12	SHORROCKS (1965a)
	campo	tronco	-	17	SHORROCKS (1965a)
	campo	raízes	-	15	SHORROCKS (1965a)

De acordo com LIM (1977), devido ao enxofre estar contido em fertilizantes que normalmente são aplicados ao solo, poucos trabalhos são encontrados com esse elemento na nutrição da seringueira.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, em Piracicaba (SP), tendo sido iniciado em 06/03/82.

Utilizaram-se sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) procedentes do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (Campinas - SP).

Procedeu-se a semeadura em canteiro contendo areia lavada como substrato, tendo a germinação ocorrido quinze dias após a semeadura. Quando as plantas apresentaram 2 folhas bem definidas, 35 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas em número de três para cada recipiente. Tais recipientes foram revestidos preliminarmente em sua parte interna por tinta preta impermeabilizante (Neutrol-45, procedente de O. Baumgart Indústria e Comércio-SP) contendo apro

ximadamente 10 litros de quartzo moído e lavado.

Irrigaram-se as plantas diariamente com solução nutritiva completa, segundo SARRUGE (1975), diluída na razão de 1:2,5 com água destilada. Decorridos 15 dias, passou-se a utilizar solução completa até se obter um aspecto uniforme para as mudas. Transcorridos mais 15 dias, deixou-se escorrer água em abundância pelo interior dos recipientes, com o objetivo de remover os nutrientes retidos no quartzo. Finda esta etapa iniciaram-se os tratamentos, em número de 8, contando com 4 repetições cada, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

1. Completo
2. Omissão de nitrogênio
3. Omissão de fósforo
4. Omissão de potássio
5. Omissão de cálcio
6. Omissão de magnésio
7. Omissão de enxofre
8. Omissão de boro.

As soluções nutritivas utilizadas para todos os tratamentos foram baseados em SARRUGE (1975).

As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia, enquanto que as soluções nutritivas eram renovadas a intervalos

los de 5 dias. A drenagem da solução excedente se fazia por conta de orifícios no fundo de cada recipiente, ligados por meio de tubos plásticos aos frascos coletores com capacidade de um litro.

A evolução da sintomatologia para as deficiências foi acompanhada e descrita desde seu início até se tornar bem definida. Nesta etapa, então, procedeu-se a colheita do experimento.

O material colhido foi lavado, separado em raízes, caule e folhas, e seco em estufa com circulação forçada de ar a 70-75°C, até atingir peso constante.

Imediatamente após a determinação do peso da matéria seca, procedeu-se a moagem do material em moinho do tipo Wiley. Foram determinados analiticamente os teores de macro e micronutrientes, em concordância com os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, segundo PIMENTEL GOMES (1973).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sintomas de deficiência

4.1.1. Omissão de nitrogênio

Os sintomas de deficiência de nitrogênio foram os primeiros a aparecer, sendo que logo após o primeiro mês pôde-se notar as folhas velhas apresentando uma coloração verde-claro. Observou-se também uma área foliar menor. As folhas velhas tiveram como sintomas iniciais cloroses internervais, sendo que posteriormente a clorose tornou-se generalizada.

Juntamente com a clorose das folhas mais velhas surgiram as necroses nos bordos destas, generalizando-se com o tempo. O sintoma final foi a queda das folhas velhas.

O caule apresentou menor diâmetro em relação ao tratamento completo.

Segundo SHORROCKS (1979), as folhas com deficiência de nitrogênio apresentam coloração verde pálida a amarelada. Podem ainda surgir folhas pequenas, como também ter-se uma redução no número de folhas.

4.1.2. Omissão de fósforo

As folhas velhas apresentaram coloração verde forte, que se intensificou com a idade da planta.

As folhas inferiores apresentam manchas necróticas que progridem do ápice para a base, com seu posterior amarelecimento.

De acordo com SHORROCKS (1979) a deficiência de fósforo em seringueira jovem redonda em menor número de folhas e um menor desenvolvimento da planta. Nas folhas pode-se observar uma coloração verde escuro acompanhando as margens das mesmas.

4.1.3. Omissão de potássio

As plantas com deficiência de potássio, se apresentaram com o crescimento aquém do normal.

As folhas mais velhas se apresentaram deformadas e menores. O início da clorose se deu no ápice da folha evoluindo para a base da mesma. Com o agravamento da clorose

observou-se o início de necrose, principalmente na borda e na ponta das folhas, culminando com a queda das mesmas.

As folhas novas foram afetadas nas fases mais agudas de deficiência, tendo seu crescimento sido retardado.

Segundo SHORROCKS (1979) e EMBRATER (1980), o sintoma típico de deficiência de K em plantas jovens, não ramificadas, é um amarelecimento no ápice e nos bordos das folhas, seguindo-se de necrose marginal. Com a evolução de deficiência tem-se a queda das folhas. Para plantas adultas os sintomas podem ser observados apenas nas folhas expostas à ensolação total.

De acordo com YEW (1978), trabalhando com seringueira jovem em casa de vegetação, utilizando sete solos, observou que quase não ocorreram sintomas de deficiência de potássio.

4.1.4. Omissão de cálcio

De uma maneira geral, observou-se um ligeiro recurvamento nas folhas mais novas. Com o agravar da deficiência as folhas mais velhas se apresentaram com deformações. Tanto para as folhas novas como para as velhas, ocorreram cloroses, evoluindo posteriormente para necroses.

De acordo com SHORROCKS(1979) os sintomas de deficiência de

cálcio manifestam-se na forma de um "chamuscamento" tanto apical como marginal sobre uma grande parte da área foliar, apresentando-se com coloração branca ou castanho claro. Em casos mais graves de deficiência pode-se ter o definhamento do broto terminal em plantas jovens.

4.1.5. Omissão de magnésio

As folhas mais velhas mostraram-se com a deficiência de magnésio, redução em seu crescimento. Os sintomas foram os de cloroses internervais e necroses dos bordos. Posteriormente, com o agravamento da deficiência houve queda destas folhas, a qual foi muito intensa em algumas plantas.

Reportando SHORROCKS (1979) e EMBRATER (1980), a deficiência de magnésio reduz o desenvolvimento da planta, em função de uma menor eficiência fotossintética, em virtude da redução no teor de clorofila. Segundo os autores, disto resultará uma clorose entre as nervuras das folhas.

4.1.6. Omissão de enxofre

Os sintomas mais características apareceram

nas folhas mais novas, sendo que estas apresentaram coloração parecida com a das folhas do tratamento referente à omissão de nitrogênio. Observou-se também um generalizado recurvamento foliar.

SHORROCKS (1979) relata que a sintomatologia das deficiências de N e S são parecidas, apenas que a deficiência de enxofre se faz presente, nos estádios iniciais, nas folhas mais novas. Relata também o autor que há redução no crescimento e menor número de folhas, as quais apresentarão um gradativo amarelecimento por toda a folha com posterior necrose da extremidade.

4.1.7. Omissão de boro

As partes mais afetadas foram as folhas novas, com a formação de folhas de pequena área foliar. Pode ser também constatado a formação de gemas terminais com reduzido desenvolvimento.

As extremidades das folhas mais velhas apresentaram um leve recurvamento para baixo. Já as folhas da parte mediana do caule apresentaram manchas em toda área foliar, formando como que um mosaico.

Segundo SHORROCKS (1964), em plantas deficientes em boro, há o aparecimento de manchas necróticas entre a nervura das folhas.

De acordo com SHORROCKS (1979) e EMBRATER (1980), a deficiência de boro conduz a uma divisão celular irregular, atingindo diretamente o meristema apical tanto na raiz como na caule. Com relação às folhas, estas se apresentam retorcidas com tamanho reduzido.

4.2. Crescimento

As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam respectivamente, valores médios dos pesos da matéria seca das partes das plantas e o resumo da análise de variância destes dados, em função dos diferentes tratamentos.

Houve diminuição no acúmulo de matéria seca apenas para as folhas quando as plantas foram submetidas às omissões de N, K, Mg e B.

O acúmulo de matéria seca da planta no tratamento com omissão de fósforo foi semelhante ao do tratamento completo. Possivelmente isso seja devido a planta ter-se sustentado satisfatoriamente com as reservas da semente.

Já para o tratamento referente à omissão de S, provavelmente o resultado obtido seja devido à experimen-

tação ter sido realizada em local próximo a indústrias, havendo um maior teor do elemento na atmosfera.

4.3. Concentração de nutrientes

4.3.1. Nitrogênio

Os valores médios para as concentrações de nitrogênio nas diferentes partes das plantas, assim como o resumo da análise de variância encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

A omissão de nitrogênio ocasionou uma redução no teor do elemento em todas as partes das plantas, afetando inclusive o peso da matéria seca para as folhas (Tabelas 2, 3 e 4).

Para os tratamentos referentes à omissão de K, Ca e Mg observou-se um aumento no teor de nitrogênio para as folhas e caules, o que provavelmente se deva à diminuição no peso da matéria seca referente a esses tratamentos (Tabelas 2 e 3).

O valor obtido para o teor médio de nitrogênio nas folhas, na solução completa (3,40%), concorda com o citado por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1961) (Tabela 1).

Os teores médios para as folhas (2,79%), galhos verdes (0,93%) e raízes (0,62%) obtidos por SHORROCKS

Tabela 2 - Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das folhas, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).

Tratamentos	Peso de		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mat. seca												
g ————— % ————— ppm —————													
Completo	2,52a*	3,40b	0,25cd	2,22b	1,28b	0,50ab	0,10c	171,8ab	3,8a	184,3a	32,0d	37,8bc	
Omissão de N	0,99d	1,94c	0,72a	2,83a	1,16b	0,62a	0,10c	188,8a	5,5a	236,3a	132,8a	39,0bc	
Omissão de P	2,31ab	3,22b	0,14e	1,76bcd	1,40ab	0,43b	0,12c	146,8bc	5,3a	173,3a	33,3d	38,8bc	
Omissão de K	1,28cd	4,21a	0,35bc	0,79e	1,51ab	0,48b	0,19ab	151,8bc	5,3a	321,8a	104,8ab	55,0a	
Omissão de Ca	1,83abcd	4,31a	0,32cd	1,70cd	0,59c	0,48b	0,23a	147,8bc	3,0a	271,5a	83,8bc	59,8a	
Omissão de Mg	1,49bcd	4,14a	0,43b	1,93bc	1,45ab	0,26c	0,17b	125,5c	3,0a	265,0a	133,3a	50,3ab	
Omissão de S	2,13abc	3,30b	0,22de	1,34d	1,68a	0,47b	0,10c	156,2abc	4,0a	108,8a	44,8d	31,8c	
Omissão de B	1,44bcd	3,44b	0,22de	1,38d	1,43ab	0,44b	0,10c	31,3d	2,8a	128,5a	56,3cd	27,3c	
D.M.S. (Tukey 5%)	0,98	0,55	1,04	0,50	0,39	0,12	0,45	33,27	2,86	244,59	29,17	15,61	

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, nas colunas.

Tabela 3 - Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca dos caules, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).

Tratamentos	Peso da mat. seca	%										ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
Completo	2,33a*	1,64cd	0,22c	1,99a	0,77ab	0,60a	0,11cd	17,5a	1,8a	91,5a	10,3bc	17,5ab			
Omissão de N	1,62a	0,76e	0,34b	1,49bc	0,48bc	0,24c	0,12cd	18,0a	1,8a	146,3a	31,5abc	23,5ab			
Omissão de P	2,05a	1,49d	0,04d	1,34c	0,86ab	0,43b	0,14bc	16,8a	1,3a	42,5a	5,0c	18,0ab			
Omissão de K	1,52a	2,82a	0,43ab	0,37d	0,94a	0,47b	0,19ab	16,0a	1,5a	85,0a	33,3ab	30,3a			
Omissão de Ca	1,46a	2,37ab	0,36b	1,69abc	0,32c	0,47b	0,20a	18,0a	2,0a	69,0a	33,3ab	26,5ab			
Omissão de Mg	1,44a	2,12bc	0,48a	1,88ab	1,10a	0,17c	0,17ab	16,8a	4,0a	127,5a	55,5a	23,0ab			
Omissão de S	1,91a	1,73cd	0,20c	1,49bc	0,84ab	0,49ab	0,12cd	16,3a	2,3a	58,5a	5,0bc	14,3b			
Omissão de B	2,06a	1,93bcd	0,22c	1,22c	0,73ab	0,43b	0,08d	5,3a	3,0a	67,8a	11,3bc	13,5b			
D.M.S. (Tukey 5%)	0,98	0,55	1,04	0,50	0,39	0,12	0,45	33,27	2,86	244,59	29,17	15,61			

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, nas colunas.

Tabela 4 - Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das raízes, em função dos vários tratamentos (Média de 4 plantas).

Tratamentos	Peso de mat.seca	%										ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
Completo	1,30a*	1,72ab	0,33abc	2,55a	0,82a	0,55a	0,14ab	43,8ab	10,0a	495,5a	16,5ab	28,0bc			
Omissão de N	0,92a	0,79c	0,35abc	1,68b	0,37bc	0,38c	0,12ab	39,3ab	7,0b	434,3a	22,8ab	42,3ab			
Omissão de P	1,31a	1,34bc	0,11d	2,10ab	0,70ab	0,42bc	0,11b	54,3a	5,8bc	406,5a	18,8ab	38,3abc			
Omissão de K	0,78a	2,21a	0,38ab	0,47c	0,62ab	0,48ab	0,16a	40,3ab	7,0b	542,8a	41,0ab	40,8ab			
Omissão de Ca	0,75a	2,07a	0,40ab	2,03b	0,18c	0,45b	0,17a	29,8ab	6,0bc	531,8a	33,5ab	43,3ab			
Omissão de Mg	0,87a	1,84ab	0,41a	2,14ab	0,76ab	0,20d	0,15ab	29,8ab	5,0bc	611,3a	42,8ab	50,3a			
Omissão de S	1,15a	1,46b	0,25c	2,12ab	0,55abc	0,44bc	0,06c	25,8ab	3,8c	459,3a	10,3b	23,8c			
Omissão de B	1,25a	1,72ab	0,30bc	2,14ab	0,68ab	0,43bc	0,12ab	17,5b	5,3bc	422,8a	21,3ab	38,0abc			
D.M.S. (Tukey 5%)	0,98	0,55	1,04	0,50	0,39	0,12	0,45	33,27	2,86	244,59	29,17	15,61			

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, nas colunas.

Tabela 5 - Resumo da análise da variância dos pesos da matéria seca das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas, caules e raízes das plantas nos diferentes tratamentos (Média de 4 plantas).

Causas da variação	G.L.	Peso da mat.seca	%										ppm			
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
Partes da planta	2	5,7350**	32,83**	0,1700**	1,8366**	4,6358**	0,0455**	0,0021**	143295,07**	130,2188**	1354189,59**	28948,51**	4183,1667**			
Tratamentos	7	1,3321**	4,3545**	0,1877**	3,1575**	0,7196**	0,1218**	0,0180**	4760,92**	4,7009*	31026,11*	6326,06**	719,8988**			
Tratamento dentro de folha:	7	1,1460**	2,3700**	0,1292**	1,5182**	0,4362**	0,0398**	0,0101**	9102,38**	5,1250**	22217,78	7139,78**	520,4821**			
Tratamento dentro de caule:	7	0,4405*	1,5217**	0,0825**	1,0039**	0,2457**	0,0795**	0,0070**	71,69	3,2679	4945,21	1292,71**	142,1964*			
Tratamento dentro de raiz	7	0,2233	0,8043**	0,0390**	1,5598**	0,1818**	0,0538**	0,0045**	536,95*	13,8884**	19870,78	98,35**	289,3390**			
Resíduo	72	0,1948	0,0620	0,0022	0,0507	0,0316	0,0031	0,0004	226,20	1,6701	12226,77	173,86	49,8125			
Total	95															
C.V. (%)		28,87	10,68	15,16	13,30	20,15	13,40	14,91	23,68	31,09	42,25	30,74	20,90			

* e ** Quadros médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

* e ** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

(1965a) foram inferiores aos obtidos pelo presente trabalho (Tabelas 2, 3 e 4).

CIBES e SAMUELS (1955) e HAAG (1958) verificaram que a omissão de potássio aumentou o teor de nitrogênio em folhas de cafeeiro. WALL (1939), RICHARDS e BERNER (1954) relataram que plantas deficientes em potássio apresentaram elevada concentração de aminoácidos livres em seus tecidos.

EVANS e SORGER (1966) citam que íons NH_4^+ e K^+ são quimicamente parecidos; esta semelhança também é observada em reações bioquímicas, onde o NH_4^+ pode substituir K^+ na ativação de várias enzimas.

PAULSEN e HARTER (1968) constataram que plantas de trigo deficientes de Ca acumularam elevadas quantidades de nitrito e moderados teores de nitrato.

4.3.2. Fósforo

Os valores médios para as concentrações de fósforo nas partes das plantas, bem como o resumo da análise de variância acham-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Houve redução no teor do elemento nas partes das plantas, quando se omitiu o mesmo da solução, apesar de não ter havido efeito sobre o crescimento das mesmas.

Obteve-se maiores concentrações de fósforo para o tratamento com omissão de nitrogênio nas folhas e caules, o que provavelmente se deva a uma redução no conteúdo de matéria seca para este tratamento (Tabelas 2 e 3), concentrando o elemento em questão. Fato semelhante ocorreu em relação aos tratamentos referentes à omissão de K, Ca e Mg no caule das plantas.

O valor obtido para o teor médio de fósforo nas folhas (0,25%) concorda com o obtido por BOLLE-JONES (1954) (Tabela 1); entretanto, para todas as partes analisadas, os teores médios superam os valores encontrados por SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

COBRA NETO (1971) verificou altas concentrações de fósforo em plantas de feijão quando estas foram cultivadas em ausência de nitrogênio.

MAYNARD (1970) trabalhando com espinafre, observou elevação nos teores de fósforo em plantas deficientes em potássio e em cálcio.

4.3.3. Potássio

As concentrações médias de potássio para as diferentes partes das plantas como também o resumo da análise de variância, podem ser observados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

O teor do elemento em todas as partes das plantas diminui com a omissão deste nutriente (Tabelas 2, 3 e 4).

Observou-se um aumento na concentração de potássio no tratamento referente à omissão de nitrogênio, nas folhas. Isto possivelmente possa ser explicado em virtude da redução no peso da matéria seca para este tratamento (Tabela 2).

O teor médio de potássio obtido no presente trabalho nas folhas (2,22%) foi superior aos obtidos por BOLLE-JONES (1954), SHORROCKS (1961; 1965a) e PUSHPARAJAH (1977) e comparando-se os teores de potássio das demais partes (Tabelas 3 e 4), obteve-se resultados superiores aos encontrados por SHORROCKS (1965a) (Tabela 1).

MENGEL *et alii* (1976) relatam que o K não somente influencia a translocação de compostos nitrogenados para os grãos, como também exerce um efeito positivo no transporte dos mesmos da raiz para a parte aérea.

MENGEL e ASKAY (1954) observaram, em solução nutritiva, que o Ca pode ou não apresentar efeito sobre o K, inibindo ou estimulando a sua absorção.

MAYNARD (1970) trabalhando com solução nutritiva, verificou que a carência de nitrogênio elevou o teor

de potássio nas folhas velhas em plantas de espinafre.

4.3.4. Cálcio

Os teores médios de cálcio nas diferentes partes das plantas, bem como a análise de variâncias resumida se encontram nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Observou-se que para todas as partes das plantas que o efeito da omissão de cálcio resultou em uma redução no teor do mesmo (Tabelas 2, 3 e 4).

Houve um aumento no teor de cálcio nas folhas quando se omitiu o enxofre da solução (Tabela 2).

Comparando-se os teores médios de cálcio obtidos no presente trabalho, estes se mostram superiores aos obtidos por BOLLE-JONES (1954), FALLOWS (1963) e SHORROCKS (1965a) para todas as partes das plantas (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

4.3.5. Magnésio

As concentrações médias de magnésio nas partes das plantas bem como o resumo da análise de variância, acham-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Observou-se uma redução no teor de magnésio para todas as partes das plantas quando o mesmo foi omitido da solução (Tabelas 2, 3 e 4).

Analizando-se as Tabelas 2, 3 e 4, observa-se nos caules e raízes efeito de quase todos os tratamentos revelando a importância da falta desses nutrientes na absorção do magnésio.

Os teores de magnésio encontrados no presente trabalho foram superiores, em todas as partes da planta, aos obtidos por BOLLE-JONES (1954), BOLTON e SHORROCKS (1961) e SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

4.3.6. Enxofre

Analizando as Tabelas 2, 3, 4 e 5, pode-se verificar os teores médios de enxofre, assim como o resumo da análise de variância.

Obteve-se diminuição nos teores de enxofre quando este foi omitido da solução, somente para as raízes.

o que possivelmente possa ser explicado em função da quantidade de S que tem na atmosfera, visto o experimento ter-se realizado em área próxima a indústrias. Muito embora tenha ocorrido redução no teor para aquela parte da planta, o peso da matéria seca não foi afetado (Tabela 4).

Os teores de enxofre para os tratamentos com omissão de potássio, cálcio e magnésio tanto para as folhas quanto para os caules foram maiores que aqueles encontrados para o tratamento com solução completa. Provavelmente, para os tratamentos com omissão de potássio e magnésio o elemento tenha se concentrado nas folhas, visto que para esses tratamentos houve uma redução no peso de matéria seca nesta parte da planta (Tabelas 2 e 3).

Os valores obtidos no presente trabalho para os teores de enxofre nas folhas (0,10%) foram inferiores aos obtidos por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965a). Entretanto, obteve-se teores de enxofre para as raízes (0,14%) superiores aos encontrados por SHORROCKS (1965a). (Tabelas 1 e 4).

MALAVOLTA (1977) cita que a absorção de enxofre depende diretamente de sua concentração, e indiretamente das concentrações de cálcio e magnésio.

4.3.7. Boro

O resumo da análise de variância juntamente

com as médias da concentração de boro nas diversas partes das plantas encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Para o tratamento com omissão de boro verificou-se uma redução no teor do elemento para as folhas, sendo que a omissão deste nutriente afetou também o crescimento das plantas (Tabela 2).

Observou-se uma redução no teor de boro para o tratamento com omissão de magnésio, para as folhas (Tabela 2), o que contraria o obtido por BOWEN (1981) que observou uma interação antagônica entre magnésio e boro, em solos do Hawaí, para a cultura de cana-de-açúcar.

Os teores médios de boro nas folhas obtidos no presente trabalho foram superiores aos encontrados por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965a). Já para as demais partes das plantas os resultados foram superiores aos obtidos por SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

4.3.8. Cobre

Estão apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 os valores médios da concentração de cobre para as partes das plantas bem como o resumo de sua análise de variância.

Obteve-se redução no teor do elemento para todos os tratamentos em que se fez a omissão dos nutrientes

para as raízes. Isto, provavelmente, poderia ser um problema de contaminação do material, tendo em vista os valores obtidos terem sido em geral maiores que os obtidos por SHORROCKS (1965a) reportados abaixo (Tabela 4).

Os teores médios de cobre para as folhas e caules foram inferiores aos obtidos por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

4.3.9. Ferro

Os valores médios para os níveis de nutrientes e o resumo da análise de variância, acham-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

O presente trabalho resultou em teores médios de ferro maiores que os encontrados por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965a) para as partes das plantas, sendo que os teores para as folhas se correlacionaram melhor com os resultados encontrados por SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

Muito embora no presente trabalho não houvesse efeito da omissão de nutrientes sobre o teor médio de ferro nas partes das plantas, LINGLE *et alii* (1963) relatam que a absorção de ferro é consideravelmente influenciada pela competição de cations como: Mn^{+2} , Cu^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} e K^{+} .

4.3.10. Manganês

Tem-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 o resumo da análise de variância assim como os valores médios da concentração de manganês nas partes das plantas.

Obteve-se maiores teores de manganês para os tratamentos com omissão de N, K, Ca e Mg para as folhas, sendo que o tratamento com omissão de magnésio levou a um aumento no teor do elemento para os caules também (Tabelas 2 e 3).

Os teores médios de manganês para as folhas (32 ppm) estão de acordo com a faixa ideal encontrada por BOLLE-JONES (1954). Já SHORROCKS (1965a) obteve teores médios superiores aos encontrados no presente trabalho para os caules e semelhantes para as raízes (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

LÖHNIS (1960) e MASS *et alii* (1969) relataram que há um efeito competitivo entre o manganês e cations como o cálcio e o magnésio.

4.3.11. Zinco

As médias das concentrações de Zn nas partes das plantas e o resumo da análise de variância pode ser verificada nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Obteve-se maiores teores de zinco com os tratamentos referentes às omissões de potássio e cálcio para as folhas e para a omissão de magnésio nas raízes (Tabelas 2 e 3).

Os teores médios de zinco, para as partes das plantas foi superior aos encontrados por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

RASHID *et alii* (1976) trabalhando com arroz, observaram que havia aumento na absorção de zinco quando em menores concentrações de cálcio na solução.

4.4. Níveis de nutrientes

Os teores médios para macronutrientes, nas partes das plantas, apresentando ou não sintomas de deficiência, foram os que abaixo se seguem:

Nutrientes	Plantas sem deficiência			Plantas com deficiência		
	%			%		
	Raízes	Caules	Folhas	Raízes	Caules	Folhas
N	1,72	1,64	3,40	0,79	0,76	1,94
P	0,33	0,22	0,25	0,11	0,04	0,14
K	2,55	1,99	2,22	0,47	0,37	0,79
Ca	0,82	0,77	1,28	0,18	0,32	0,59
Mg	0,55	0,60	0,50	0,20	0,17	0,26
S	0,14	0,11	0,10	0,06	0,12	0,10
B (ppm)	43,8	17,5	171,8	17,5	5,3	31,3

Para os micronutrientes os teores médios para as partes das plantas relativas ao tratamento completo expressos em partes por milhão foram os seguintes:

Nutrientes	Raízes	Caules	Folhas
	ppm		
B	43,8	17,5	171,8
Cu	10,0	1,8	3,8
Fe	495,5	91,5	184,3
Mn	16,5	10,3	32,0
Zn	28,0	17,5	37,8

5. CONCLUSÕES

- Os sintomas externos de deficiências para todos os tratamentos de omissão de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S e B) mostraram-se de uma maneira geral facilmente caracterizáveis.

- Apenas foi possível detectar o efeito da omissão de N, K, Mg e B na produção de matéria seca.

- Os efeitos da omissão de um nutriente aumentando ou diminuindo a concentração do mesmo e dos outros nos tecidos foram os seguintes:

Omissão	Aumenta	Diminui
N	P, K, Mn	N
P		P
K	N, S, Mn, Zn	K
Ca	N, S, Mn, Zn	K, Ca

Omissão	Aumenta	Diminui
Mg	N, P, S, Mn	Mg, B
S	Ca	K
B		K, B

- As concentrações dos elementos nas folhas obtidas para os tratamentos com omissão do mesmo e completo, foram, respectivamente:

N% = 1,94 e 3,40; P% = 0,14 e 0,25; K% = 0,79 e 2,22; Ca% = 0,59 e 1,28; Mg% = 0,26 e 0,50; S% = 0,10 e 0,10; B ppm = 31,3 e 171,8.

6. LITERATURA CITADA

BEAUFILS, E.R. 1957. Research for rational exploitation of *Hevea* using a physiological diagnosis based on the mineral analysis of various parts of the plant. *Fertilité*. 3,27.

BOLLE-JONES, E.W. 1954. Nutrition of *Hevea brasiliensis*.
II. Effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and mineral contents of Tjirandji 1 seedlings. *J. Rubb. Res. Inst. Malaya*. 14,209.

BOLTON, J. e V.M. SHORROCKS. 1961. The effects of magnesium limestone and other fertilizers on a mature planting of *Hevea brasiliensis*. *Jour. Rubber Res. Inst. Malaya*. 17:31-39.

BOWEN, J.E. 1981. Micro element nutrition of sugar cane. II Interactions in micro element accumulation. *Tropical Agriculture*, 58(3):215-220.

- CARDOSO, M., 1980. Instruções para a cultura da seringueira. 2a. ed. Boletim do Instituto Agrônômico. Campinas. 186: 1-42.
- CIBES, H. e G. SAMUELS. 1955. Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees under controlled conditions. Technical Paper Agricultural Experimental. University of Puerto Rico. Rio Piedras, n. 14, 8p.
- COBRA NETO, A.; W.R. ACCORSI e E. MALAVOLTA. 1971. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 28:257-274.
- EMBRATER/EMBRAPA. 1980. Sistemas de produção para a cultura da seringueira no Estado do Amazonas. Manaus. 104p. (Boletim 189).
- EVANS, H.J. e G.J. SORGER. 1966. Rate of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Ann. Rev. Plant Physiol. 17:47-77.
- FALLOWS, J.C. 1963. Analyse foliare et nutrition minérale de l'*Hevea brasiliensis*. Revue générale du Caoutchou et des Plastiques. Paris, 40(11):1707-1714.
- HAAG, H.P. 1958. Efeito das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon (B. Roch Chouss), cultivado em solução nutritiva. Piracicaba, SP. ESALQ/USP, 103p. (Tese de doutoramento).

HOELZ, J.J. *et alii*. s.d. Cultura da seringueira. Curso de atualização de conhecimentos agrônômicos. Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura de São Paulo. 58p.

LIM, T.S. 1977. Nutrient uptake of clone RRIM in relation to soil influence and fertilizer needs. Proc. of RRIM Planter's Conference. p.166-185.

LINGLE, J.C.; L.O. TIFFIN e J.C. BROWN. 1963. Iron uptake-transport of soybeans as influenced by others cations. Plant Physiology. Lancaster, 38:71-76.

MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO e M.O.C. BRASIL SOBRINHO. 1974. Nutrição mineral e adubação das plantas cultivadas. Livraria Pioneira Editora. São Paulo. p.707-727.

MALAVOLTA, E. 1977. O potássio e a planta. Boletim Técnico do Instituto de Potassa e Fosfato. Piracicaba, nº 1, 60p.

MAYNARD, D.N. 1970. The effects of nutrient stress on the growth and composition of spinach. Journal of the American Society of Horticultural Science. Geneva, N.Y. 95(5):598-600.

MENGEL, K. e T. ASKAI. 1954. The potassium concentrations of the soil solution and its effect on the yield of spring wheat. Soil Science, 77:419-426.

- MENGEL, K.; MAIJA VIAD e G. HELL. 1976. Effect of potassium on uptake and incorporation of ammonium-nitrogen of rice parts. *Plant and Soil*, 44:547.
- PAULSEN, G.M. e J.E. HARDER. 1968. Evidence for a role of calcium in nitrate assimilation in wheat seedlings. *Plant Physiol.* 13:775-780.
- PIMENTEL GOMES, F. 1973. Curso de estatística experimental. 5a. ed. São Paulo, Nobel. 430p.
- PUSHPARAJAH, E. 1977. Nutritional status and fertilizer requirements of Malaysian soils for *Hevea brasiliensis*. Ghent State/University Ghent Belgium, 275p. (Tese de doutoramento).
- RASHIO, A.; F.M. CHAUDHRY e M. SHARIF. 1976. Micronutrient availability to cereals from calcareous soil. III. Zinc, absorption by rice and its inhibition by important ions of submerged soils. *Plant and Soil*, 45:613-623.
- RICHARDS, E.J. e E. BERNER. 1954. Physiological studies in plant nutrition. XVII. A general survey of the free amino-acids of barley as affected by mineral nutrition with special referent to potassium supply. *Annals of Botany*. London, 18:15-33.

- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química. ESALQ/USP. 56p.
- SARRUGE, J.R. 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, Piracicaba. 1:231-233.
- SHORROCKS, V.M. 1961. Some effects of fertilizer applications on the nutrient composition of leaves and later of *Hevea brasiliensis*. Proc. Natural Rubber Res. Conj. (Kuala Lumpur, 1960), Nutrition, 2:118-141.
- SHORROCKS, V.M. e G.A. WATSON. 1961. Manganese deficiency in *Hevea*: The effect of soil application of manganese sulphate on the manganese status of the tree. Jour. Rubber Res. Institute (Malaya) 17:19-30.
- SHORROCKS, V.M. 1964. Some problems related to the choice of a leaf sampling technique for mature *Hevea brasiliensis*. Plant analysis and fertilizer problems. IV. 306-331.
- SHORROCKS, V.M. 1965a. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. I. Growth and nutrient content/ Journal of the Rubber Research Institute of Malaya. 19:32-47.
- SHORROCKS, V.M. 1979. Deficiências minerais em *Hevea* e plantas de coberturas associadas. Trad. por Super. Borracha. Brasília. 75p.
- VAN DER MAREL, H.W. 1960. Determination of phosphorus status of *Hevea brasiliensis* by bark analysis. Plant and Soil. 12:5-16.

- WALL, M.E. 1939. The role of K in plants. I. Effects of varying amounts of potassium on nitrogenous, carbohydrate and mineral metabolism in the tomato plant. Soil Science. New Brunswick, 47:143-161.
- YEW, F.K. 1978. Potassium-supplying power of seven soils, under rubber. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, 26(1):13-20.