

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

W. do Amaral*
J.R. Sarruge**
G.J. Sfredo***

RESUMO

Plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) foram cultivadas em casa de vegetação, em quartzo moído, irrigado com soluções nutritivas, e submetidas aos seguintes tratamentos: completo, omissão de N, omissão de P, 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 maté-

* Entregue para publicação em 29/12/83.

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

*** Centro Nacional de Pesquisa/EMBRAPA, Londrina, PR.

ria 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 com omissão de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S e B);
- a omissão de N, K, Mg ou B da solução nutritiva diminuiu o crescimento das plantas;
- 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; Bppm = 31,3 e 171,8.

INTRODUÇÃO

Estima-se, no Brasil, que a área cultivada com as diversas espécies de *Hevea* atinge 3 milhões e 900 mil quilômetros quadrados. Somente o estado de São Paulo

possui em torno de 15 milhões de ha apropriados ao cultivo da seringueira.

Seringais nativos, ao norte do Brasil, geralmente são conduzidos sem as tecnologias de cultivo normal e, portanto, sem mesmo aplicação de fertilizantes. Mesmo que se pense em fertilização, poucos são os dados disponíveis mostrando qual a melhor e mais econômica.

Em regiões de cultivo recente, onde a tecnologia está sendo aplicada, a base para recomendações chegam ou são adaptadas de regiões onde as condições são diferentes.

Trabalhos com relação à nutrição mineral em seringueira são encontrados na literatura, porém, basicamente são estrangeiros e, portanto, com resultados obtidos em condições diferentes das do Brasil.

As principais regiões que cultivam a seringueira em nosso país possuem solos pouco férteis, havendo por isso boa resposta à aplicação de fertilizantes (MALAVOLTA et alii, 1974). HOELZ et alii (s/d), comparando a extração de nutrientes pelas culturas, observaram que as necessidades minerais da seringueira são bem menores que as de outras culturas.

BOLLE-JONES (1954) estabelece níveis deficientes e intermediários para vários nutrientes, quais sejam: deficientes N = 2,80 a 3,00%; P = 0,12 a 0,17%; K = 0,40 a 0,50%; Ca = 0,11 a 0,20%; Mg = 0,05 a 0,16%; S = 0,12%; Cu = 3 ppm; Fe = 53 a 58 ppm; Mn = 6 a 8 ppm; Zn = 14 ppm; B = 1,2 a 12 ppm; Intermediários N = 3,00 a 3,50%; P = 0,20 a 0,28%; K = 1,10 a 1,60%; Ca = 0,38 a 0,51%; Mg = 0,24 a 0,26%; S = 0,14 a 0,24%; B = 20 a 68 ppm; Cu = 13 ppm; Fe = 66 a 85 ppm; Mn = 11 a 35 ppm e Zn = 21 ppm.

SHORROCKS (1965) também estabeleceu estes níveis que são semelhantes aos de BOLLE-JONES (1954), exceto para o cálcio que foi de 0,86%, bem acima, portanto, deste

último (0,38 a 0,51% intermediário) e ambos encontraram esses níveis nas folhas da seringueira.

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

- a) Obter 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 micronutrientes nas raízes, caule e folhas das plantas cultivadas nos diversos tratamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi conduzido em casa de vegetação onde efetuou-se a semeadura em canteiro contendo areia lavada como substrato, tendo a germinação ocorrido quinze dias após a semeadura. Quando as plantas contaram com duas folhas bem definidas, 35 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas em número de três para cada recipiente, com aproximadamente 10 litros de quartzo moído e lavado.

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

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. Finda esta etapa inicia-

ram-se os tratamentos, em número de 8, contando com 4 repetições cada, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: completo, omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg, omissão de S e omissão de B.

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

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

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, determinando-se analiticamente os teores de macro e micronutrientes, em concordância com os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas de Deficiência

Omissão de nitrogênio

Os sintomas de deficiência de nitrogênio foram os primeiros a aparecer, sendo que logo após o primeiro mês pôde-se notar plantas apresentando uma coloração verde-clara. 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 e amarelada. Podem ainda surgir folhas pequenas, como também ter-se uma redução no número de folhas.

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 resulta 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.

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 nas bordas e na ponta das folhas, culminando com a queda das mesmas. As folhas novas foram afetadas nas fases mais agudas de deficiência, tendo retardado seu crescimento.

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 insolação total.

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

Omissão de potássio

De uma maneira geral, observou-se um ligeiro recrudescimento 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.

Omissão de magnésio

As folhas mais velhas, com deficiência, apresentaram uma redução em seu crescimento. Observou-se também a ocorrência de deformações na área foliar. 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. As folhas novas ficaram, com o tempo, com coloração verde-amarelada muito intensa.

SHORROCKS (1979) e EMBRATER (1980) encontraram que 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.

Omissão de enxofre

Os sintomas mais característicos apareceram nas folhas mais novas. Estas apresentaram coloração parecida com a das folhas do tratamento referente à omissão de nitrogênio. Observou-se também um generalizado recurvamento foliar. Os brotos novos apresentaram-se com um menor tamanho.

SHORROCKS (1979) relata que a sintomatologia das deficiências de N e S são parecidas, apenas que a defi-

ciência 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.

Omissão de boro

As partes mais afetadas foram as folhas novas, com a formação de folhas de pequena área foliar. Pôde ser também constatada 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 no caule. Com relação às folhas, estas se apresentam retorcidas com tamanho reduzido.

Crescimento

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os valores médios dos pesos da matéria seca e as concentrações de nutrientes das partes das plantas em função dos diferentes tratamentos.

Tabela 1. Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das folhas, em função dos vários tratamentos (média de quatro plantas).

Tratamentos	Peso da mat. seca	g											ppm												
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
Completo	2,52±	3,40b	0,25cd	2,22b	1,28b	0,50ab	0,10c	171,8ab	3,8a	184,3a	32,0d	37,8bs													
Omissão de N	0,99d	1,94c	0,72a	2,83a	1,16b	0,62a	0,10c	188,8c	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	1,83abscd	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	0,22e	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	19,17	15,61													

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

Tabela 2. Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca dos caules, em função dos vários tratamentos (média de quatro plantas).

Tratamentos	Peso da mat. seca	%										
		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,abc	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	18,6ab
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 3. Peso da matéria seca e concentrações de macro e micronutrientes na matéria seca das raízes, em função dos vários tratamentos (média de quatro plantas).

Tratamentos	Peso da 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	0,79	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	35,3abc					
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	6,9bc	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.

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

O crescimento da planta no tratamento com omissão de fósforo foi semelhante ao do tratamento completo.

Concentração de Nutrientes

Nitrogênio

Os valores médios para as concentrações de nitrogênio nas diferentes partes das plantas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

A omissão de nitrogênio ocasionou uma redução no teor do elemento em todas as partes das plantas, afetando inclusive o peso da matéria seca das folhas (Tabelas 1, 2 e 3).

Para os tratamentos referentes à omissão de K, Ca e Mg observou-se um aumento no teor de nitrogênio nas folhas e caules, o que provavelmente se deva à diminuição no peso da matéria seca referente a esses tratamentos (Tabelas 1 e 2).

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).

Os teores médios para as folhas (2,79%), galhos verdes (0,93%) e raízes (0,62%) obtidos por SHORROCKS (1965a) foram inferiores aos obtidos pelo presente trabalho (Tabelas 1, 2 e 3).

CIBES & SAMUELS (1955) e HAAG (1958) verificaram que a omissão de potássio aumentou o teor de nitrogênio em folhas de cafeeiro. WALL (1939), RICHARDS & BERNER

(1954) relataram que plantas deficientes em potássio apresentaram elevada concentração de aminoácidos livres em seus tecidos.

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

Fósforo

Os valores médios para as concentrações de fósforo nas partes acham-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

Houve redução no teor de fósforo 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 1 e 2), 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). Entretanto, para todas as partes analisadas, os teores médios superam os valores encontrados por SHORROCKS (1965a) (Tabelas 1, 2 e 3).

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

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

Potássio

As concentrações médias de potássio para as diferentes partes das plantas podem ser observadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

O teor do elemento em todas as partes das plantas diminui com a omissão deste nutriente (Tabelas 1, 2 e 3).

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 1).

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

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 & 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.

Cálcio

Os teores médios de cálcio nas diferentes partes das plantas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

Observou-se, para todas as partes das plantas, que o efeito da omissão de cálcio resultou em uma redução no teor do mesmo (Tabelas 1, 2 e 3).

Houve um aumento no teor de cálcio nas folhas quando se omitiu o enxofre da solução (Tabela 1).

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 e 3).

De acordo com HOAGLAND (1944), deve haver um equilíbrio de cátions no interior da planta, de modo que o total seja constante, ou seja, se houver redução na absorção de determinado cátion, este deve ser compensado pela maior absorção do outro, o que é reafirmado por O-VERSTREET et alii (1952).

Magnésio

As concentrações médias de magnésio nas partes das plantas acham-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

Observou-se uma redução no teor de magnésio para todas as partes das plantas quando o mesmo foi omitido da solução (Tabelas 1, 2 e 3). Observa-se, ainda, 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 & SHORROCKS (1961) e SHORROCKS (1965) (Tabelas 1, 2 e 3).

Enxofre

Analisando as Tabelas 1, 2 e 3, pode-se verificar os teores médios de enxofre. Houve 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 existente na atmosfera. Muito embora tenha ocorrido redução no teor para aquela parte da planta, o peso da matéria seca não foi afetado (Tabela 3).

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 1 e 2).

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 (1965). Entretanto, obteve-se teores de enxofre para as raízes (0,14%) superiores aos encontrados por SHORROCKS (1965) (Tabela 3).

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

Boro

As médias da concentração de boro nas diversas partes das plantas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

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 1).

Observou-se uma redução no teor de boro para o tratamento com omissão de magnésio nas folhas (Tabela 1) 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 (1965).

Cobre

Estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 os valores médios da concentração de cobre para as partes das plantas. Obteve-se redução no teor do elemento, nas raízes, para todos os tratamentos em que se fez a omissão dos nutrientes. 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) (Tabela 3).

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

Ferro

Os valores médios para os níveis de nutrientes e o resumo da análise de variância acham-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

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

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 cátions como: Mn^{+2} , Cu^{+} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} e K^{+} .

Manganês

Tem-se nas Tabelas 1, 2 e 3 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 1 e 2).

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

Zinco

As médias das concentrações de Zn nas partes das plantas podem ser verificadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

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 1 e 2).

Os teores médios de zinco para as partes das plantas foi superior aos encontrados por BOLLE-JONES (1954) e SHORROCKS (1965). RASHID *et alii* (1976) trabalhando com arroz, observaram que havia aumento na absorção de zinco quando em menores concentrações de cálcio na solução.

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	%		Raízes	%	
		Caules	Folhas		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	37,0

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:

Omissao	Aumenta	Diminui
N	P, K, Mn	N
P		P
K	N, S, Mn, Zn	K
Ca	N, S, Mn, Zn	K, Ca
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.

SUMMARY

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

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) concentration 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 macronutrients and boron.

The growth rate of the rubber plants were drastically 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.

LITERATURA CITADA

- 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.; SHORROCKS, V.M., 1961. The effects of magnesium limestone and other fertilizer on a mature planting of *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, 17: 31-39.
- BOWEN, J.E., 1981. Micro element nutrition of sugar cane. II. Interaction in micro element accumulation. **Tropical Agriculture** 58(3): 215-222.

- CIBES, H.; SAMUELS, G., 1955. Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees under controlled conditions. Technical Paper Agricultural Experimental. University of Puerto Rico. Rio Piedras n. 14, 8 p.
- COBRA NETO, A.; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E., 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. 104 p (Boletim 189).
- EVANS, H.J.; SORGER, G.J., 1966. Rate of mineral elements with emphasis on the univalent cations. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 17: 47-77.
- FALLOWS, J.C., 1963. Analyse foliaire et nutrition minérale de l'*Hevea brasiliensis*. **Revue générale du Caoutchou et des Plastiques**. Paris, **40**(1): 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, ESALQ/USP, 103 p. (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. 58 p.
- LINGLE, J.C.; TIFFIN, L.O.; BROWN, J.C., 1963. Iron uptake transport of soybeans as influenced by others cations. **Plant Physiology**. Lancaster, **38**: 71-76.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; 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 Fostafó. Piracicaba, nº 1, 60 p.
- MAYNARD, D.N., 1970. The effects of nutrient stresses on the growth and composition of spinach. **Journal of the American Society of Horticultural Sci.** Geneva, N.Y. **95(5):** 598-600.
- MENGEL, K.; ASKAY, T., 1954. The potassium concentrations of the soil solution and its effect on the yield of spring wheat. **Soil Science**, **77:** 419-426.
- MENGEL, K.; VIAD, Maija; HELL, G., 1976. Effect of potassium on uptake and incorporation of ammonium-nitrogen of rice parts. **Plant and Soil**, **44:** 547.
- OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HANDLEY, R., 1952. The effects of Ca on the absorption of K by barley. **Plant Physiology**. Lancaster, **27:** 583-590.
- PAULSEN, G.M.; HARDER, J.E., 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. 430 p.
- PUSHPARAJAH, E., 1977. Nutritional status and fertilizer requirements of Malaysian soils for *Hevea brasiliensis*. Ghent State/University Ghent Belgium. 275 p (Tese de doutoramento).
- RASHID, A.; CHAUDHRY, F.M.; SHARIF, M., 1976. Micronutrient availability of 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. . BERNER, E., 1954. Physiological studies in plant nutrition. XVII. A general survey of the aminoacids of barley as affected by mineral nutrition with special reference to potassium supply. **Annals of Botany**. London, 18: 15-33.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química. ESALQ/USP. 56 p.
- 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 latex of *Hevea brasiliensis*. Proc. Natural Rubber Res. Conj. (Kuala Lumpur, 1960), Nutrition, 2: 118-141.
- 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., 1965. 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. 75 p.
- 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 of seven soils, under rubber. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, 26(1): 13-20.