

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES, BORO E FERRO  
EM *Eucalyptus urophylla*\*

J.V. DE C. ROCHA FILHO \*\*  
H.P. HAAG \*\*\*  
G.D. DE OLIVEIRA \*\*\*

RESUMO

Mudas de *Eucalyptus urophylla* foram cultivadas em soluções nutritivas carentes nos macronutrientes e em boro e ferro, com a finalidade de se obter o quadro sintomatológico das carências de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Fe; aquilatar o efeito da omissão e presença dos nutrientes sobre o crescimento e composição química das folhas superiores, medianas e inferiores; assim como do caule e das raízes.

Os autores obtiveram em quadro sintomatológico da omissão destes nutrientes, aliados aos seguintes níveis de carência, expresso em função da matéria seca: N - 0,69%; P - 0,04%; K - 0,14%; Ca - 0,04%; Mg - 0,05%; S < 0,05%; B - 8,0 ppm; Fe - 50 ppm. A omissão dos elementos da solução nutritiva teve

---

\* Apresentado à 30a. Reunião anual da SBPC, São Paulo, Brasil. Entregue para publicação em 17/07/78.

\*\* Departamento de Solos, Universidade Federal da Paraíba

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

efeito depressivo no crescimento do *Eucalyptus*, com exceção do tratamento - S que não deferiu do tratamento completo.

## INTRODUÇÃO

O crescimento e o desenvolvimento da indústria madeireira do País, nesses últimos anos, vêm exigindo uma maior exploração econômica para a produção de madeira, fato este, evidenciado pela utilização de solos de baixa fertilidade para a formação de povoamentos artificiais de *Eucalyptus* e outras essências florestais.

A utilização desses solos, devido as suas localizações dos grandes centros consumidores aliado a uma topografia plana, reúne condições que minimiza os custos de produção, desde que se utilizem técnicas agrícolas capazes de propiciar ao solo condições de boa fertilidade.

No entanto, atualmente tem sido constatado diversos problemas nutricionais ligados a macro e micronutrientes, em povoamentos de *Eucalyptus*, implantados nesses solos.

Os sintomas de deficiências nutricionais do *Eucalyptus* tem sido pesquisado por diversos autores, devido a importância que representa para a Silvicultura, essa essência florestal.

Assim, KARSCHON (1956), apresentou uma chave para a identificação de sintomas consequentes da carência de ferro, observadas em *Eucalyptus gomphocephala*, cultivados em solos de Israel. Segundo esse autor, a carência desse micronutriente, seria produzida pela presença de altas concentrações de cálcio e magnésio, nos solos calcários de algumas regiões daquele País.

MELLO *et alii* (1960), cultivando *Eucalyptus alba* e *E. grandis* em condições de campo obtiveram valores porcentuais para N, P, K, Ca e Mg em diferentes partes da planta.

HAAG *et alii* (1961), cultivando *E. alba* em vasos e irrigados com solução nutritiva, obtiveram sintomas de deficiência dos macronutrientes, sem obter entretanto, evidências sintomatológicas da carência de potássio. Esses autores, observaram que seus teores quantitativos de elementos minerais foram concordantes com os obtidos por MELLO *et alii* (1961), com exceção feita para o cálcio.

WILL (1961), cultivando *E. saligna*, *E. botryoides* e *E. pilularis*, em solução nutritivas, concluiu que as carências de nutrientes (N e P) podem suprimir completamente a formação de ramos, enquanto que a carência potássica provoca a diminuição do comprimento dos entre-nós e o aparecimento de galhos de 1a. e 2a. ordens. A carência de Mg nas espécies *E. botryoides* e *E. saligna* provocou o desdobramento dos galhos e aumento no número de folhas; enquanto, na carência de cálcio o crescimento foi normal durante algumas semanas, mas foi interrompido bruscamente, seguido de um secamento e morte das folhas. Na espécie *E. pilularis* apareceram brotos axilares.

BHYMAYA & KAUL (1966), observaram, em condições de campo, sintomas de deficiências de alguns macro e micronutrientes em *E. camaldulensis*, cultivados em diferentes localidades da Índia e determinaram os níveis de elementos nutrientes nas plantas sadias e nas que apresentavam sintomas de deficiência.

KAUL *et alii* (1966), estudaram as necessidades nutricionais de N, P e K em "plântulas" de *Eucalyptus*. As plantas cultivadas na ausência de nitrogênio ou fósforo, mostraram sintomas bem definiu

dos. O potássio não apresentou efeito significativo no desenvolvimento das plantas.

SAVORY (1962), observou, em florestas implantadas de *Pinus* e *Eucalyptus* sintomas de deficiência de boro, os quais foram corrigidos, através de aplicação de fertilizantes contendo boro. Posteriormente outros autores, tais como COOLING & JONES (1970); TOKESHI *et alii* (1976); BARRET *et alii* (1975), detectaram também sintomas de deficiência de boro, em diferentes espécies de *Eucalyptus*.

MUNÕZ - COBO & LANUZA (1970), estudando a nutrição de *E. globulus* em seus primeiros estágios de desenvolvimento e cultivados em solução nutritiva, determinaram a variação da quantidade total e da concentração de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, nas distintas partes da planta, principalmente, caule e raízes.

ACORSI *et alii* (1961) e HAAG *et alii* (1965), obtiveram deficiências de micronutrientes em diferentes espécies de *Eucalyptus*, quando cultivados em solução nutritiva e, determinaram a variação dos teores de micronutrientes existentes entre plantas deficientes, para boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco.

HAAG *et alii* (1976), apresentaram resultados analíticos de folhas, dos teores de macro e micronutrientes em diferentes espécies de *Eucalyptus* cultivados em diferentes solos do Estado de São Paulo.

HAGG *et alii* (1977), determinaram os teores de nutrientes em folhas de *E. citriodora* cultivado no Estado de São Paulo e após observações comparativas, concluíram tratar-se de plantas que apresentavam um estado generalizado de desnutrição mineral.

O presente trabalho, teve o objetivo de estudar através de ensaio em condições controladas os efeitos da carência de macro e de boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Plântulas de *Eucalyptus urophylla* de um mês de germinados, foram cultivados inicialmente em recipientes de plástico contendo solução de HOAGLAND & ARNON (1950), modificada por SARRUGE (1970, diluída em água destilada na proporção de 1:5, da sua concentração inicial. Após quinze dias, as plântulas foram transferidas para vasos de plástico de capacidade de 20 litros, contendo soluções completa e com omissão de cada nutriente respectivo (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, -Fe).

O experimento constou de nove tratamentos com quatro repetições inteiramente casualizado.

As soluções nutritivas nas quais se omitiu os micronutrientes foram previamente purificadas de acordo com a técnica preconizada por HEWITT (1966). O ferro foi adicionado na forma de Fe - EDTA a todos os tratamentos com exceção do tratamento - Fe. As raízes das plantas eram arejadas diariamente através do fornecimento forçado de ar às soluções nutritivas.

As plantas quando apresentavam sintomas de deficiência bem definidas foram coletadas, lavadas com água de torneira, destilada e desmineralizada. Cada planta foi dividida para fins de análise, em: folhas superiores, folhas medianas e folhas inferiores, caule e raízes. Depois de secas em estufas a 70 - 80°C foram pesadas e analisadas para os elementos nutricionais em estudo, pelos métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### - CRESCIMENTO

O crescimento das plantas, em peso de matéria seca (g), acha-se expresso na Tabela 1. Observa-se, como era de esperar, que a omissão dos nutrientes, afetou sensivelmente o crescimento das plantas, exceção feita para o menos enxofre que apresentou uma produção de matéria seca maior do que a produzida pelas plantas não deficientes nesse nutriente (tratamento completo). As carências de ferro e a de nitrogênio foram as que mais influenciaram negativamente no crescimento das plantas.

### - SINTOMATOLOGIA DA CARENCIA DE NUTRIENTES

Os sintomas serão descritos em ordem dos seus aparecimentos nas plantas.

#### - NITROGÊNIO

Os sintomas de deficiência desse nutriente, se caracterizou pelo aparecimento inicial, nas folhas medianas de uma clorose generalizada na área do limbo. Esse aparecimento se deu, doze dias após a omissão desse nutriente na solução nutritiva. Acompanhando essa clorose, notava-se uma redução do crescimento da planta, quando comparadas com a planta testemunha. Com a evolução dos sintomas, as folhas medianas tornaram-se cloróticas, enquanto nas folhas mais velhas, se iniciavam o aparecimento de uma leve clorose. Com a progressão da sintomatologia, todas as folhas apresentavam sintomas de deficiência. As folhas apresentavam no limbo uma coloração verde limão, enquanto as nervuras tinham uma cor levemente avermelhada. O caule apresentava um crescimento reduzido, dando à planta um baixo porte, internódios curtos, poucas folhas, sem ramificações ou brotações laterais. Os sintomas obtidos, estão concordantes com os descritos por

Tabela 1 - Peso de matéria seca (g) por planta em função dos tratamentos (média de quatro repetições).

Tratamento	Peso da matéria seca expressa em gramas					
	Fl.Inf.	Fl.Inf.	Fl.Super.	Caule	Raízes	Total
-S	0,61	4,50	4,73	7,95	4,90	22,69
Completo	1,46	2,88	2,54	4,54	2,61	14,03
-Ca	1,07	1,68	2,59	4,65	1,61	11,60
-B	0,80	3,29	1,75	1,60	1,33	8,77
-K	0,38	2,06	1,63	3,09	1,44	8,60
-P	0,81	1,07	0,82	1,49	1,13	4,32
-Mg	0,28	1,64	0,76	0,98	0,52	4,18
-N	0,55	0,59	0,29	0,63	0,75	2,81
-Fe	0,42	0,52	0,29	0,88	0,68	2,77

HAAG *et alii* (1961), WILL (1961), BHYMAYA & KAUL (1966), KAUL *et alii* (1966) e MUÑOZ-COBO & LANUZA (1970).

- FERRO

Os sintomas de deficiência de ferro, apareceram após doze dias, a omissão desse nutriente, na solução nutritiva. Se caracterizou pelo aparecimento de uma clorose no limbo das folhas mais novas, que com o desenvolvimento dos sintomas, foi se caminhando em direção às folhas medianas. As folhas mais velhas entretanto permaneceram verdes. Em fase mais avançada, as folhas novas tornam-se completamente cloróticas quase brancas, enquanto que suas nervuras permanecem verdes. As folhas secam e caem. Foi observado o aparecimento de alguns ramos delgados, nos quais as folhas eram pequenas e apresentavam a mesma sintomatologia. Em estágio de deficiência extrema, aparecem pontuações nas folhas medianas, e nas folhas superiores (novas) que posteriormente se transformavam em manchas vermelhas, as quais necrosam e secam. O caule também apresentou crescimento reduzido e as plantas quando comparadas com as testemunhas tinham um menor porte. Os sintomas obtidos são concordantes com os de KARSCHON (1956) e HAGG *et alii* (1966).

- MAGNÉSIO

As plantas deficientes em magnésio apresentaram os primeiros sintomas de deficiência, vinte dias após a omissão desse nutriente.

Os sintomas iniciaram-se nas folhas inferiores e medianas, através de uma incipiente clorose internerval do limbo, que rapidamente evoluiu acompanhando o sentido da nervura principal. Com a evolução dos sintomas a parte clorótica seca permane-



cendo porém o restante da folha verde.

Quando os sintomas atingiram as folhas superiores, as inferiores se mostravam com manchas avermelhadas nas regiões internervais do limbo, formando, na maioria das folhas duas faixas paralelas uma de cada lado da nervura principal.

O caule, não apresentou nenhum sintoma visual de deficiência, embora se apresentasse de menor tamanho, quando comparado com a planta testemunha.

Os sintomas obtidos, estão de acordo com os descritos por HAAG *et alii* (1961), WILL (1961), KAUL *et alii* (1966) e BHYMAYA & KAUL (1966).

#### - BORO

Os sintomas de deficiência de boro apareceram após 28 dias do início da omissão desse nutriente na solução nutritiva manifestaram-se primeiramente nas folhas superiores, as quais tornavam-se enrugadas, com o limbo, apresentando um enrolamento para baixo, no sentido abaxial.

No estágio mais avançado, as folhas se tornam duras e conferindo à planta um aspecto generalizado de murchamento. As plantas quando comparadas com as testemunhas, não diferiram do seu desenvolvimento, apresentando um bom porte vegetativo.

A principal característica da carência deste elemento está no atrofiamento do sistema radicular.

#### - ENXOFRE

A carência desse nutriente fez-se sentir após 35 dias de omissão. Caracterizou-se por uma clorose generalizada no limbo foliar das folhas superiores, as quais progressivamente iam se tornando

de cor verde-limão, distinguindo-se nitidamente das demais, que apresentavam uma coloração verde escuro. As plantas no entanto, apresentavam-se bem desenvolvidas e maiores que as plantas testemunhas; apresentando grande número de ramos primários e secundários.

#### - FÓSFORO

A deficiência de fósforo foi uma das últimas a aparecer, iniciando-se os primeiros sintomas aos 38 dias após a emissão desse nutriente.

Esses sintomas iniciaram-se pelo aparecimento de pontos cloróticos nos limbos das folhas medianas, os quais propriamente aparecem também nas folhas inferiores. Com a progressão dos sintomas, os pontos tornavam-se avermelhados e uniam-se formando manchas avermelhadas na área do limbo. Com a evolução dos sintomas essas manchas, necrosam-se, secam, seguindo de uma queda, da folha. As plantas deficientes, apresentavam um menor porte vegetativo quando comparadas com as plantas testemunhas. A sintomatologia descrita está concordante com as obtidas por HAAG *et alii* (1961), MUÑOZ-COBO & LANUZA (1966), WILL (1961), BHYMAYA & KAUL (1966) e KAUL *et alii* (1966).

#### - POTÁSSIO

A deficiência desse nutriente foi a última a aparecer, iniciando-se aos 40 dias após a omissão desse nutriente. Inicialmente, apareceram nas folhas medianas, pontos cloróticos na área do limbo, nos espaços entre as nervuras e espalhados irregularmente por toda a sua superfície. Com a evolução dos sintomas, os pontos se uniam formando faixas cloróticas, que se localizam nos bordos e ápice das folhas. Num estágio mais avançado, as manchas se necrosam de fora para dentro, espalhando -

-se e ocupando toda a área foliar. Nessa fase, as folhas inferiores apresentavam também algumas pontuações cloróticas. O caule, quando comparado com o da planta testemunha mostrava-se de menor porte, porém com algum desenvolvimento vegetativo. Esses sintomas, são concordantes com os descritos por KAUL *et alii* (1966).

#### - CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES

Através de análises químicas do material seco proveniente dos diversos tratamentos, estabeleceu-se os teores porcentuais para macronutrientes e em ppm para os micronutrientes que se acham na Tabela 2. Observou-se que a omissão dos nutrientes da solução nutritiva diminuiu a concentração de elementos, em todas as partes das plantas, exceção feita ao tratamento -S, o qual houve um acréscimo; no caso dos demais nutrientes, essa diminuição ocorrida confirma os sintomas de carência.

Numa primeira aproximação pode-se estabelecer os seguintes níveis, em função da matéria seca em que as plantas apresenta sintomas de carência:

N - 0,69%; P - 0,04%; K - 0,14%;  
Ca - 0,04%; Mg - 0,05%; S < 0,05%;  
B - 8,0 ppm; Fe - 50,0 ppm.

#### CONCLUSÕES

- A produção de matéria seca foi afetada em todos os tratamentos com omissão de nutrientes, exceção feita para o tratamento -S.

- Os tratamentos -N e -Fe, apresentaram, os maiores efeitos depressivo no crescimento das plantas.

- Foi observada sintomatologia morfológica es-

Tabela 2 - Concentração de macro e micronutrientes, em função da matéria seca em tratamento (média de quatro repetições).

Tratamento	Concentração % e/ou em ppm de nutrientes em diferentes partes da planta				
	Fl. Infer.	Fl. Med.	Fl. Super.	Caule	Raízes
-N	0,69 %	0,60 %	0,72 %	0,32 %	0,65 %
+N	2,10 %	3,16 %	2,67 %	1,23 %	2,50 %
-P	0,04 %	0,03 %	0,04 %	0,04 %	0,04 %
+P	0,22 %	0,19 %	0,22 %	0,17 %	0,68 %
-K	0,14 %	0,13 %	0,09 %	0,08 %	0,08 %
+K	2,10 %	1,88 %	1,78 %	1,28 %	1,10 %
-Ca	0,22 %	0,10 %	0,04 %	0,08 %	0,01 %
+Ca	1,30 %	0,80 %	0,64 %	0,94 %	1,64 %
-Mg	0,05 %	0,04 %	0,04 %	0,01 %	0,01 %
+Mg	0,19 %	0,13 %	0,17 %	0,11 %	0,15 %
-S	0,08 %	0,06 %	0,05 %	0,04 %	0,09 %
+S	0,07 %	0,10 %	0,11 %	0,02 %	0,18 %
-B	20,8 ppm	10,0 ppm	8,25 ppm	8,7 ppm	22,0 ppm
+B	55,5 ppm	26,0 ppm	30,5 ppm	22,5 ppm	59,0 ppm
-Fe	214,0 ppm	169,5 ppm	50,0 ppm	145,0 ppm	805,0 ppm
+Fe	422,8 ppm	231,5 ppm	139,0 ppm	56,0 ppm	1.306,0 ppm

pecífica para cada nutriente.

- As plantas apresentam sintomas de carência quando os níveis dos elementos nas folhas acusam os seguintes valores: N - 0,69%; P - 0,04%; K - 0,14%; Ca - 0,04%; Mg - 0,05%; S < 0,05%; B - 8,0 ppm; Fe - 5,0 ppm.

#### SUMMARY

#### THE EFFECTS OF MINERAL NUTRIENT DEFICIENCIES ON *Eucalyptus urophylla* GROWTH IN NUTRIENT SOLUTIONS

The present work was carried out in order to study:

- a. the effect of the omission and presence of N, P, K, Ca, Mg, S, B and Fe on the growth of *Eucalyptus urophylla*.
- b. deficiency symptoms;
- c. the effect of the deficiencies on the dry matter production and on the chemical composition.

Seedlings of *Eucalyptus urophylla* were grown in pots containing nutritive solution (HOAGLAND & ARNON, 1950, modified by SARRUGE, 1970).

Clear cut deficiency symptoms of N, P, K, Mg, B, Fe were observed. The morphological deficiency symptoms of phosphorus and calcium observed in the leaves were not in complete agreement with the symptoms reported in the literature.

The leaves presented the following mineral contents (% and ppm expressed in dry matter weight):

NUTRIENT	LEAVES	DEFICIENT	ADEQUATE
N	upper	0,72 (%)	2.67%
	medium	0.60 (%)	3.16%
	lower	0.69 (%)	2.10%
P	upper	0.04 (%)	0.22%
	medium	0.03 (%)	0.19%
	lower	0.04 (%)	0.22%
K	upper	0.09 (%)	1.78%
	medium	0.13 (%)	1.88%
	lower	0.14 (%)	2.10%
Ca	upper	0.04 (%)	0.64%
	medium	0.10 (%)	0.80%
	lower	0.22 (%)	1.30%
Mg	upper	0.04 (%)	0.17%
	medium	0.04 (%)	0.13%
	lower	0.05 (%)	0.19%
B	upper	8 ppm	31 ppm
	medium	10 ppm	26 ppm
	lower	21 ppm	56 ppm
Fe	upper	50 ppm	139 ppm
	medium	170 ppm	232 ppm
	lower	214 ppm	423 ppm

## LITERATURA CITADA

ACCORSI, W.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. ' BRASIL SOBRO, M.O. C., 1961. Sintomas externos (morfologicos) e internos (anatômicos) observados nas folhas de *Eucalyptus tereti-cornis* Smith, cultivado em série de soluções nutritivas com omissão dos micronutrientes. Anais da XII Reunião da Sociedade Botânica do Brasil, São Paulo.

- BARRET, R.L.; CARTER, D.T. & SEWARD, B.R.T., 1975. *Eucalyptus grandis* in Rhodesia. The Rhodesia Bull Forestry Research Nº 6 : 27 - 29.
- BHYMAYA, C.P. & KAUL, R.N., 1966. Levels of macro and micro elements in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (*E. rostrata* Shelet). *Nature* 212 : 319 - 520.
- COOLING, A.N. & JONES, B.E., 1970. The importance of boron and NPK fertilizers to *Eucalyptus* in the Southern Province, Zambania. *E. Af. Agric. For.* 36 ; 185 - 194.
- HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C. & VEIGA, A. A., 1961. Composição química do *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus grandis* (Mill) Maiden. Resultados preliminares. 2a. Conferência Mundial do Eucalipto, São Paulo, 2 : 1329 - 1334.
- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; POGGIANI, F. & FERREIRA, C.A., 1976. Análises foliar em cinco espécies de Eucalipto. *IPEF* 13 : 99 - 116.
- HAAG, H.P.; SIMÕES J.W.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R. & POGGIANI, F., 1977. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. *IPEF* 14 : 59 - 68.
- HAAG, H.P.; ACCORSI, W.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRº, M.O. C., 1965. Deficiência de micronutrientes em *Eucalyptus tereticornis* (não publicado).
- MELLO, H.A., 1960. Composição química do *Pinus elliotti*. *An. Bras. Econ. Flor.* 12 : 27 - 32.
- KARSCHON, R., 1956 b. Tentative key of leaf symptoms in *Eucalyptus gomphocephala* A. DC. *F. A. O. working Party on Eucalyptus* 3 rd. Session, Madrid.
- KAUL, O.N.; SRIVASTAVA, P.B.L. & MATHUR, H.M., 1966. Nutrition studies on *Eucalyptus* II N, P, K, requirements of *Eucalyptus* hybrid seedlings. *Indian Forester*, pp. 772 - 778.

- HEWITT, E.J., 1966. Sand and water culture methods uses in study of plant nutritiva. Common. Agric. Bureaux, East Malling, England.
- MUÑOZ-COB, M.T.M. & MARCOS DE LANUZA, J., 1970. Nutricion de *Eucalyptus globulus* em seus primeiros estados de desarrollo. An. Edafo. Agrobiol. 29 (5/6) : 401 - 411.
- SAVORY, B.M., 1962. Boron deficiency in *Eucalyptus* in Northen Rodhesia. Empire For. Review. 41 : 118 - 126.
- TOKESHI, H.; GUIMARÃES, R.F. & TOMAZELLO FILHO, M., 1976. Deficiências de boro em *Eucalyptus* em S. Paulo. *Summa Phytopathologica* 2 : 122 - 126.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Depto de Química, ESALQ/USP, Piracicaba.
- SARRUGE, J.R., 1970. Práticas de nutrição mineral de plantas. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.