

# ESTUDOS SÔBRE A ALIMENTAÇÃO MINERAL DO CAFEIEIRO. III. EFEITO DAS DEFICIÊNCIAS DOS MACRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO E NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L., VAR. BOURBON (B. RODR.) CHOUSSY) CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA (\*)

H. P. HAAG e E. MALAVOLTA

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

## INTRODUÇÃO

Devido às possibilidades práticas oferecidas pelo método da diagnose foliar no Brasil (LOTT & al., 1956; MALAVOLTA & al., 1958), necessário se faz um estudo mais aprofundado de nutrição mineral do cafeeiro a fim de se conhecer os teores mínimos exigidos pelo café — abaixo dos quais se evidenciavam os sintomas de carência dos macronutrientes. Isto só é possível cultivando o cafeeiro em solução nutritiva na qual se omite um elemento por vez, podendo assim acompanhar por meio de análises químicas o estado nutricional das plantas.

No Brasil deparamos com os seguintes trabalhos: FRANCO & MENDES (1949) e MENARD (1956) e no estrangeiro com os de CIBES & SAMUELS (1949) e LOUÉ (1957).

Dentre alguns do nossos objetivos (veja-se HAAG, 1958; ACCORSI & HAAG, 1959), focalizamos os seguintes no presente trabalho:

1. Verificar os efeitos da ausência e presença de N, P, K, Ca, Mg e S sôbre o crescimento do cafeeiro.
2. Verificar a interdependência dos macronutrientes e os teores mínimos encontrados.

---

\* Trabalho feito com auxílio da Fundação Rockefeller, New York, e do Conselho Nacional de Pesquisas, Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

No presente ensaio usamos mudas de *Coffea arabica* L., var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy, de seis meses de idade. Tomamos 100 mudas que se achavam repicadas em laminados; eliminamos a terra aderente às raízes e escolhemos 28 mudas as mais uniformes possíveis e transplantamos para vasos de Erlenmeyer contendo 1 litro de solução nutritiva.

A técnica do cultivo foi a de HOAGLAND & ARNON (1950).

Os diversos tratamentos foram assim distribuídos:

Vaso	Tratamento
1, 2, 3, 4	Testemunha (solução completa)
5, 6, 7, 8	Sem nitrogênio (—N)
9, 10, 11, 12	Sem fósforo (—P)
13, 14, 15, 16	Sem potássio (—K)
17, 18, 19, 20	Sem cálcio (—Ca)
21, 22, 23, 24	Sem magnésio (—Mg)
25, 26, 27, 28	Sem enxofre (—S)

As soluções foram renovadas semanalmente. A aeração foi contínua durante o transcorrer do experimento.

Periódicamente, tomávamos as seguintes mensurações: comprimento do caule, da raiz, número de folhas, peso total das plantas e no fim do ensaio determinamos os pesos frescos e secos dos diversos órgãos das plantas.

Os métodos de análises estão descritos em HAAG (1958).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

1) *Crescimento das plantas em relação à testemunha medida no início do ensaio*

QUADRO I

Tratamentos	Peso da planta	Comprimento da raiz	Comprimento do caule	Número de folhas
Completo	100	100	100	100
—N	—5,9	36	29,6	10,9
—P	62,3	128,8	64,3	30,4
—K	49,0	41,2	89,1	42,6
—Ca	6,8	3,0	33,1	7,3
—Mg	43,9	15,4	61,8	40,9
—S	77,9	100	61,8	51,9

Se adotarmos o índice 100 para as plantas testemunhas, teremos os índices para os demais tratamentos indicados no Quadro I, que nos mostra o seguinte :

a) *Pêso da planta :*

O tratamento mais afetado foi sem dúvida o da carência de nitrogênio, cujas plantas chegaram a apresentar um pêso inferior ao inicial, isto talvez devido à perda de água e ao consumo de reservas na respiração. CIBES & SAMUELS (1957) constataram fato idêntico, cultivando *Ipomea batata* L. em solução nutritiva na ausência de nitrogênio. Todos os tratamentos apresentavam pêso inferior ao da testemunha. O tratamento sem enxôfre foi o que menos afetou o pêso das plantas.

b) *Comprimento da raiz.*

As plantas deficientes em cálcio foram as mais afetadas; fato êsse já sobejamente conhecido na literatura : SOROKIN & SOMMER (1940), HAYNES & ROBBINS (1948), CURTIS & CLARK (1950 — pág. 368) e MILLER (1957 — pág. 146). A deficiência de fósforo não afetou o sistema radicular. Segundo MILLER (1957 — pág. 148), as plantas deficientes em fósforo podem apresentar um bom desenvolvimento vegetativo.

c) *Comprimento do caule.*

As plantas deficientes em nitrogênio apresentavam o menor comprimento do caule, fato já observado por CIBES & SAMUELS (1955) e LOUÉ (1957) em cafeeiro cultivado em solução nutritiva.

A carência em cálcio afetou o comprimento do caule devido à morte da gema apical.

d) *Número de fôlhas.*

As plantas deficientes em Ca e N, apresentavam o menor número de fôlhas, devido à paralização no crescimento das plantas.

2) *Varição do peso seco e teores percentuais dos diversos órgãos da planta*

QUADRO II

Tratamento	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caula	Raiz	Galhos	% folhas superiores	% folhas inferiores	% caule	% raiz	% galhos	Raiz x 100 p. aérea
Completo	7,7	2,7	3,4	1,2	1,1	47,0	20,0	21,0	7,5	7,0	8
—N	0,7	0,6	0,8	1,1	—	23,2	19,4	25,2	32,2	—	49
—P	2,4	1,6	2,4	1,3	0,3	32,9	16,6	30,2	15,7	3,3	18
—K	3,7	1,8	1,8	1,2	0,3	41,5	20,5	20,9	13,2	3,6	19
—Ca	0,9	0,7	0,8	0,4	—	32,7	24,0	28,5	14,8	—	18
—Mg	2,2	1,4	1,4	0,9	0,2	18,5	35,8	24,3	14,8	2,9	17
—S	4,9	1,6	2,7	1,4	0,5	44,0	13,0	24,0	12,0	3,0	15

EVANS, C. E., D. J. LATHWELL & MEDERSKI, 1950 — Effect of deficient or toxic levels of nutrients in solution on foliar symptoms and mineral content of Soybean leaves as measured by spectrographic methods. *Agronomy Journal* 42: 25-32.

FRANCO, C. M. & H. C. MENDES, 1949 — Sintomas de deficiências minerais no caféiro. *Bragantia* 9: 165-173.

HAAG, H. P., 1958 — Efeitos das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição do caféiro (*Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Chous-grafadas, Piracicaba.

HAYNES, J. L. & W. R. ROBBINS, 1948 — Calcium and boron as essential factors in the hot environment. *J. Amer. Soc. Agron.* 40: 795-803.

HOAGLAND, D. R. & D. I. ARNON, 1950 — The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exp. Sta., Berkeley, Calif.* Circ. 347.

LIBBERT, E., 1953 — Die Wirkung der Alkali- und Erdalkali-Ionen auf der Wurzelwachstum unter besonderer Berücksichtigung des Ionenantagonismus und seiner Abhängigkeit von Milieufaktoren. *Pflanta* 4: 396.

LOTT, W. L., J. P. NERY, J. R. GALLO & J. C. MEDCALF, 1956 — A técnica de análise foliar aplicada ao caféiro. *Boletim n. 79 do Instituto Agronômico de Campinas.*

LOUE, A., 1957 — Studies on the inorganic nutrition of the coffee tree in Ivory Coast. Publ. pelo International Potash Institute, Berne, Switzerland.

LOUE, A., 1957a — La nutrition minérale du caféier en cote d'Ivoire. Centre de Rec. Agron. de Bingerville, A. O. F.

LUNDEGARD, H., 1951 — *Leaf analysis*, Hilger and Watts Ltd., London.

porcentagem de fôlhas foram os de —N, —P, —Mg e —Ca o que aliás já foi observado no Quadro I. Interessante notar que a deficiência de potássio não influi aparentemente nessa característica.

f) *Porcentagem de caule.*

Obtivemos a seguinte ordem :

—K < completo < —S = K < —Mg < —N < —Ca < —P.

g) *Porcentagem da raiz.*

O nitrogênio teve influência marcante sôbre a porcentagem da raiz. Interessante notar que o tratamento completo foi o que apresentou porcentagem menor de raiz.

$$h) \text{ Relação } \frac{\text{raiz}}{\text{p. aérea}} \times 100.$$

Observamos a seguinte ordem :

Completo < —S < —Mg < —Ca = —P < —K

Todos os tratamentos apresentaram uma relação maior do que a do tratamento completo; o que nos mostra que todos os tratamentos influenciaram na relação. O valor mais alto foi obtido no tratamento no qual foi omitido o nitrogênio.

*Análises químicas*

A fim de não estendermos demais êste trabalho limitar-nos-emos a apresentar sômente as análises químicas das fôlhas superiores e inferiores.

a) *Efeitos dos tratamentos sôbre o teor percentual de N.*

A — *Fôlhas superiores.*

Teor percentual de N nos diversos tratamentos \*

QUADRO III

Tratamentos	N %
Completo	3,06
—N	1,92
—P	2,99
—K	3,98
—Ca	3,66
—Mg	3,36
—S	3,12

\* Média obtida de duas repetições

No tratamento —N houve uma diminuição no teor de N de 3,06 a 1,92%; CIBES & SAMUELS (1955), LOTT & al. (1956), LOUÉ (1957), MALAVOLTA & al. (1957) e MALAVOLTA & al. (1958) obtiveram teores próximos aos obtidos por nós. Observamos que os teores de N nas fôlhas superiores eram menores do que nas fôlhas inferiores (Quadro IV), talvez devido ao crescimento excessivo das plantas em solução nutritiva.

No tratamento —K houve um aumento no teor de N; SUZUKI & KENJO (1936) observaram fato idêntico em fôlhas de cana (*Saccharum officinarum* L.) deficientes em potássio. CIBES & SAMUELS (1955) constataram igualmente êste fato em cafeeiros deficientes em potássio.

B — *Fôlhas inferiores.*

Teor percentual de N nos diversos tratamentos \*

QUADRO IV

Tratamentos	N %
Completo	3,01
—N	2,12
—P	2,52
—K	3,19
—Ca	3,25
—Mg	3,01
—S	2,43

\* Média obtida de duas repetições.

Pelo confronto dos quadros III e IV observa-se que no tratamento completo o teor de N quase que não variou quer nas fôlhas superiores quer nas inferiores. O teor de N no tratamento no qual omitimos o nitrogênio foi mais elevado nas fôlhas inferiores do que nas superiores, mas não houve diferença estatística.

As fôlhas inferiores mostraram claros sintomas de deficiência (HAAG, 1958, ACCORSI & HAAG, 1959). Nos tratamentos restantes praticamente não houve variação no teor em N.

b) *Efeitos dos tratamentos sôbre o teor percentual de P*  
*A — Fôlhas superiores*

Teor percentual de P nos diversos tratamentos \*

QUADRO V

Tratamentos	P %
Completo	0,21
—N	0,32
—P	0,06
—K	0,24
—Ca	0,20
—Mg	0,14
—S	0,26

\* Média de duas repetiçõs

Pelo exame do Quadro V observamos que : houve um aumento no teor de P no tratamento —N, o que também foi verificado por CIBES & SAMUELS (1955). LUNDEGARDH (1951) observou que em solos com baixos teores de K e P as plantas deficientes em N apresentavam teores altos em K e P nas fôlhas. Notamos uma diminuição no teor em P no tratamento no qual omitimos êste elemento. CIBES & SAMUELS (1955), LOUÉ (1957) e LOTT & al. (1956) obtiveram teores igualmente baixos para o café. No tratamento no qual omitimos o Mg o teor de P foi bastante baixo.

*B — Fôlhas inferiores*

Teor percentual de P nos diversos tratamentos \*

QUADRO VI

Tratamentos	P %
Completo	0,31
—N	0,43
—P	0,05
—K	0,34
—Ca	0,31
—Mg	0,26
—S	0,35

\* Média obtida de duas repetiçõs.

Pelo confronto dos quadros V e VI observamos que : houve igualmente um aumento no teor de P no tratamento no



qual omitimos o nitrogênio. Como no caso das fôlhas superiores o teor de P no tratamento sem fósforo foi bastante baixo e as plantas mostraram sintomas nítidos da carência dêste elemento (HAAG, 1958; ACCORSI & HAAG, 1959). No resto dos tratamentos praticamente não houve variação no teor em fósforo nas fôlhas superiores e inferiores.

c) *Efeitos dos tratamentos sôbre o teor percentual em K*

A — *Fôlhas superiores*

Teor percentual em K nos diversos tratamentos \*

QUADRO VII

Tratamentos	K %
Completo	1,90
—N	2,18
—P	1,85
—K	0,57
—Ca	1,83
—Mg	1,65
—S	2,03

\* Média de duas repetições

De todos os tratamentos sômente o tratamento —K causou uma diminuição bastante nítida do teor dêste elemento. CIBES & SAMUELS (1955), LOUÉ (1957), LOUÉ (1957a) e MALAVOLTA & al. (1958) constataram teores próximos aos obtidos por nós. LOTT & al. (1956) verificaram que quando o teor de K baixava a 0,33% as plantas morriam. No presente ensaio as plantas com um teor de 0,57% de K morreram sem contudo exhibir sintomas de carência (HAAG, 1958). Nos outros tratamentos o teor percentual em K pouco variou.

B — *Fôlhas inferiores*

Teor percentual em K nos diversos tratamentos \*

QUADRO VIII

Tratamentos	K %
Completo	1,73
—N	1,87
—P	1,83
—K	0,39
—Ca	2,07
—Mg	2,26
—S	1,96

\* Média de duas repetições

Como no caso das fôlhas superiores, houve uma acentuada diminuição no teor de K no tratamento do qual omitimos o potássio. No tratamento —Mg, constata-se um aumento no teor de K em relação ao tratamento completo.

CIBES & SAMUELS (1956), constataram igualmente no cafeeiro um aumento no teor de K, no tratamento —Mg.

SMITH & al. (1954) observaram em citrus, cultivados em areia que quando havia pouco magnésio, aumentava o teor em K nas fôlhas.

PREVOT & OLLAGNIER (1954) constataram um antagonismo muito nítido entre K e Mg no coqueiro; diminuindo o teor em Mg, havia um aumento no teor em K. EVANS & al. (1950), cultivando soja na ausência de Mg, observaram altos teores de K nas fôlhas.

#### d) Efeitos dos tratamentos de Ca

##### A — Fôlhas superiores

Teor percentual de Ca nos diversos tratamentos \*

QUADRO IX

Tratamentos	Ca %
Completo	1,00
—N	0,92
—P	1,32
—K	1,22
—Ca	0,35
—Mg	0,87
—S	1,00

\* Média de duas repetições

Como era de se esperar o teor de Ca no tratamento —Ca era o mais baixo encontrado. Constatamos sintomas de deficiência bem evidentes deste macronutriente (HAAG, 1958). CIBES & SAMUELS (1955) e LOUÉ (1957) obtiveram teores igualmente baixos para Ca em cafeeiros cultivados em solução nutritiva. O teor em Ca dos demais tratamentos pouco diferiu do tratamento completo.

B — *Fôlhas inferiores*

Teor percentual de Ca nos diversos tratamentos \*

QUADRO X

Tratamentos	Ca %
Completo	0,92
—N	1,29
—P	1,66
—K	1,67
—Ca	0,80
—Mg	1,37
—S	1,37

\* Média de duas repetições

Sòmente o tratamento no qual omitimos o Ca apresentou um teor em Ca mais baixo do que o completo. Os demais tratamentos praticamente não variaram em relação ao teor encontrado no tratamento completo.

e) *Efeitos dos tratamentos sôbre o teor percentual de Mg*A — *Fôlhas superiores*

Teor percentual de Mg nos diversos tratamentos \*

QUADRO XI

Tratamentos	Mg %
Completo	0,25
—N	0,36
—P	0,30
—K	0,43
—Ca	0,41
—Mg	0,05
—S	0,29

\* Média de duas repetições

No tratamento —K houve um aumento no teor de Mg das fôlhas em relação ao tratamento completo. CIBES & SAMUELS (1955) constataram igualmente que o teor de Mg aumentava em cafeeiros cultivados em solução deficiente em K. Fato idêntico foi observado por LOUÉ (1957). LIBBERT (1953) sugeriu um antagonismo entre K e Mg em estudos feitos com beterraba.

O tratamento —Ca apresentou um aumento no teor de Mg em relação ao tratamento completo. EICHINGER (1955) constatou um antagonismo entre Ca e Mg em diversas plantas. Quando o teor em Mg atingia 0,05% as plantas se mostraram com acentuada carência deste elemento (HAAG, 1958).

B — *Fôlhas inferiores*

Teor percentual de Mg nos diversos tratamentos \*

QUADRO XII

Tratamentos	Mg %
Completo	0,24
—N	0,33
—P	0,31
—K	0,45
—Ca	0,80
—Mg	0,06
—S	0,23

\* Média de duas repetições

Como no caso das fôlhas superiores, o teor mais baixo de Mg foi encontrado no tratamento —Mg. O tratamento —Ca apresentou o maior teor em Mg encontrado. O resto dos tratamentos apresentaram praticamente os mesmos teores em Mg quer nas fôlhas superiores quer nas inferiores.

f) *Efeitos dos tratamentos sôbre o teor porcentual de S*

A — *Fôlhas superiores*

Teor percentual de S nos diversos tratamentos \*

QUADRO XIII

Tratamentos	S %
Completo	0,22
—N	0,22
—P	0,17
—K	0,21
—Ca	0,17
—Mg	0,19
—S	0,10

\* Média de duas repetições

Sòmente houve uma diminuição no teor de S no tratamento no qual omitimos o enxofre. As plantas mostraram claramente os sintomas de deficiência (HAAG, 1958).

### B — Fôlhas inferiores

Teor percentual de S nos diversos tratamentos \*

QUADRO XIV

Tratamentos	S %
Completo	0,23
—N	0,20
—P	0,16
—K	0,18
—Ca	0,18
—Mg	0,24
—S	0,20

\* Média de duas repetições

Não houve praticamente variação no teor de S nos diversos tratamentos, quando se consideraram as fôlhas inferiores.

### RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho tem a finalidade de estudar o efeito da omissão de macronutrientes (N, P, K, Ca, S, Mg) da solução nutritiva no crescimento do cafeeiro e na composição química das suas fôlhas. Para isso as plantas jovens foram cultivadas em casa de vegetação com a solução de HOAGLAND & ARNON (1950) devidamente modificada.

As principais conclusões foram as seguintes :

1) a omissão de um elemento qualquer da solução nutritiva determinou uma diminuição no pêso sêco das fôlhas e caule quando comparadas com as testemunhas;

2) nos tratamentos sem N, sem Ca e sem Mg o pêso da raiz foi menor que na testemunha; nos demais tratamentos ocorreu o contrário.

3) Os teores de elementos (%) encontrados nos diversos tratamentos aparecem na tabela seguinte.

Elemento	Tratamento	Fôlhas	
		superiores	inferiores
Nitrogênio	Testemunha sem N	3,06	3,01
		1,96	2,12
Fósforo	Testemunha sem P	0,21	0,31
		0,06	0,05
Potássio	Testemunha sem K	1,90	1,73
		0,57	0,39
Cálcio	Testemunha sem Ca	1,00	1,92
		0,35	0,80
Magnésio	Testemunha sem Mg	0,25	0,24
		0,05	0,06
Enxofre	Testemunha sem S	0,22	0,23
		0,10	0,20

### SUMMARY

This paper deals with the results obtained in a water culture experiment carried out to study the effects of the macronutrients deficiencies in the growth and leaf composition of young coffee plants.

The main conclusions were as follows:

1) the omission of a given macronutrient from the solution caused a net decrease in dry weight both of leaves and stem, the control plants being taken as an index of growth;

2) in the minus N, minus Ca, and minus Mg treatments the root weight was inferior to that found in the control plants; in all other treatments the opposite took place;

3) the macronutrient content of the leaves, as percentage of dry weight appears in the accompanying table.

Element	Treatment	Upper leaves	Lower leaves
Nitrogen	Control	3.06	3.01
	minus N	1.96	2.12
Phosphorus	Control	0.21	0.31
	minus P	0.06	0.05
Potassium	Control	1.90	1.73
	minus K	0.57	0.39
Calcium	Control	1.00	0.92
	minus Ca	0.35	0.80
Magnesium	Control	0.25	0.24
	minus Mg	0.05	0.06
Sulfur	Control	0.22	0.23
	minus S	0.10	0.20

## LITERATURA CITADA

- ACCORSI, W. R. & H. P. HAAG, 1959 — Alterações morfológicas e citológicas do cafeeiro (*Coffea arabica* L., var. *Bourbon* (B. Rodr.) Choussy) cultivado em solução nutritiva decorrentes das deficiências e excessos dos macronutrientes. Tese aprovada no X Congresso Brasileiro de Botânica, Rio de Janeiro.
- CIBES, H. & G. SAMUELS, 1955 — Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees grown under controlled conditions. Agr. Exp. Sta. Univ. of Puerto Rico, Tech. paper 14.
- CIBES, H. & G. SAMUELS, 1957 — Mineral deficiency symptoms displayed by sweet potato plants grown under controlled conditions. Agr. Exp. Sta. Univ. of Puerto Rico. Tech. paper 20.
- CURTIS, O. F. & D. G. CLARK, 1950 — *An introduction to Plant Physiology*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- EICHINGER, A., 1955 — Zum Antagonismus von Calcium und Magnesium. *Z. Pflanzenernaehrung Duengung Bodenkunde* 70: 249.

Para uma avaliação mais exata, determinamos os pesos secos das diversas partes da planta podendo concluir, com devidas ressalvas, que as deficiências dos macronutrientes influíram no crescimento do café, na seguinte ordem:

a) *Peso seco das folhas.*

A ordem do aumento no peso pode ser resumida do seguinte modo:

—N < —Ca < —Mg < —P < —K < —S < completo.

Houve uma influência marcante nos tratamentos —N, —Ca, CIBES & SAMUELS (1955) constataram fato idêntico cultivando caféiros em solução nutritiva. Aliás, este fato já foi observado pelo exame do Quadro I. Interessante notarmos que há correlação entre os pesos secos das folhas (Quadro II) e o peso da planta (Quadro I), exceção feita aos tratamentos —P, —K.

b) *Peso seco do caule*

A ordem foi a seguinte:

—N = —Ca < —Mg < —K < —P < —S < completo.

Houve maior influência nos tratamentos —N e —Ca, devido ao pouco desenvolvimento das plantas (Quadro I). O tratamento menos afetado foi o do —S.

c) *Peso seco da raiz.*

A ordem observada foi a seguinte:

—Ca < —Mg < —N < completo = —K < —P < —S

Notamos a grande influência do cálcio sobre o sistema radicular, aliás, já observado pelo exame do Quadro I. E' de grande importância para a mobilização do nitrogênio e fósforo, grande importância para a mobilização de fósforo, grandes quantidades de proteínas; daí reduzindo-se a formação das últimas, resultou um desenvolvimento bastante menor (MILLER, 1957 — pag. 147).

A ausência de fósforo e potássio na solução nutritiva pouca influência exerceu, fato este observado também por CIBES & SAMUELS (1955) em café.

d) *Peso seco de galhos.*

—Mg < —K = —P < —S < completo.

As plantas cultivadas em omissão de N e Ca não apresentaram formação de galhos.

e) *Porcentagem de folhas.*

A ordem observada foi a seguinte:

—N < —P < —Mg < —Ca < —S < —K < completo.

Os tratamentos cujas plantas se apresentaram com menor



- MALAVOLTA, E., F. PIMENTEL GOMES & T. COURY, 1958 — Estudos sôbre a alimentação mineral do cafeeiro (*Coffea arabica* L., var. *Bourbon vermelho*) — I Resultados preliminares. Boletim n. 14, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- MALAVOLTA, E., J. D. P. ARZOLLA, H. P. HAAG & T. COURY, 1957 — Absorção de uréia pelas fôlhas de cafeeiros (*Coffea arabica* L. var. *Bourbon vermelho*) em condições de campo. Tese aprovada no VI Congresso brasileiro de Ciência do Solo, Bahia.
- MENARD, L. N., 1956 — Efeitos do fósforo e de alguns micronutrientes no crescimento e composição química do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. *Caturra*, K.M.C.) cultivado em solução nutritiva. Tese, 64 pág. mimeografadas, Piracicaba.
- MILLER, E. V., 1957 — *Chemistry of Plants*. Reinhold Publishing Corporation, New York, U.S.A.
- PREVOT, P. & M. OLLAGNIER, 1954 — Diagnostic foliaire du palmier e hoile et de l'arachide, XVIII Congrès International de Botanique, Paris.
- SMITH, P. F., W. REUTHER, A. W. SPECHT & G. HRNCIAR, 1954 — Effect of differential nitrogen, potassium and magnesium supply to young valencia orange trees in sand culture on mineral composition especially of leaves and fibrous roots. *Plant Physiology* 29: 349-355.
- SOROKIN, H. & A. L. SOMMER, 1940 — Effects of calcium deficiency upon the roots of *Pisum sativum*. *American Journal of Botany* 27: 308-318.
- SUZUKI, K. & M. KENJO, 1936 — Rept. Govt. Sugar Expt. Sta. Tainan, 3: 40-58, Formosa.