

Estudos sôbre a alimentação do cafeeiro. XIV. Efeitos  
da adubação mineral e orgânica na produção e na  
composição das fôlhas<sup>1</sup>

F. PIMENTEL GOMES, ROBERTO S. MORAES<sup>2</sup>,  
T. COURY<sup>3</sup> e E. MALAVOLTA<sup>4</sup>

**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

---

1 — Trabalho feito com auxílio do Instituto Brasileiro do Café, do Conselho Nacional de Pesquisas e da Fundação Rockefeller, recebido para publicação em 30-11-1965; 2 — Cadeira de Matemática da E. S. A. Luiz de Queiroz; 3 — Cadeira de Química Agrícola da E. S. A. Luiz de Queiroz; 4 — Cadeira de Química Orgânica e Biológica da E. S. A. Luiz de Queiroz.

## RESUMO

Em um ensaio fatorial NPK 2x2x2 usou-se a técnica das parcelas subdivididas para estudar o efeito da matéria orgânica na presença e ausência da adubação mineral na colheita e na composição das folhas. Verificou-se que somente o N e o K e a matéria orgânica aumentaram as colheitas significativamente em 6 anos agrícolas. As produções anuais apresentam, entretanto, tendência decrescente. As doses de N e K empregadas mostraram-se suficientes para manter nas folhas um nível adequado desses dois elementos.

### 1. INTRODUÇÃO

No ano agrícola 1953/54 foi instalado um ensaio fatorial 2x2x2 de adubação com N, P e K, destinado precipuamente a estudar as possibilidades da diagnose foliar como um método de avaliação do estado nutricional do cafeeiro. Os resultados preliminares desse trabalho já foram dados à publicidade (MALAVOLTA et al., 1958); verificou-se grande resposta ao N e ao K e nenhuma ao P.

Posteriormente, ou seja, em 1959, em virtude de conhecida controvérsia surgida em torno dos méritos relativos da adubação orgânica e da adubação mineral do cafeeiro, decidiu-se usar o delineamento de parcelas subdivididas para verificar o efeito da matéria orgânica.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1. *Cultivo e Adubação do Cafeeiro*

O experimento fatorial 2x2x2 com N, P e K foi instalado no ano agrícola 1953/54, com mudas da variedade "Bourbon vermelho", plantadas no espaçamento 3,5 x 2,5 m, havendo 4 plantas por cova.

O solo do ensaio é arenoso, profundo, da formação Corumbataí, ácido (pH = 5,7) e reconhecidamente pobre em azoto e potássio.

No plantio, todas as covas receberam adubação mineral e orgânica. Os 8 tratamentos com 6 repetições do ensaio foram iniciados em 1955, usando-se por cova e por ano 25 g de N, 60 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 de K<sub>2</sub>O, em duas aplicações. Tais doses foram se elevando gradualmente, sendo aplicadas em 4 frações anuais no período de agosto/setembro a maio/junho; é o

que se vê na Tabela 2.1. A adubação orgânica, na metade da parcela (6 covas) consistiu em, aproximadamente, 25 kg de estêrco de curral curtido; tal adubação se fez nos anos 1959, 1960 e 1961.

TABELA 2.1  
Adubação mineral no ensaio N P K 2 x 2 x 2.  
g/cova/ano

Ano	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1956	50	75	100
1957	75	75	125
1958	100	100	150
1959	150	100	175
1960	200	100	200
1961	250	100	225
1962	300	100	250

## 2.2 *Diagnose Foliar*

Em cada cova, no mês de fevereiro de 1963, foram colhidas 12 folhas, correspondente ao 4.º par, de ramos frutíferos colocados à meia altura da planta; foram obtidas assim 72 folhas que, combinadas, deram a amostra correspondente ao tratamento.

A análise química se fez por métodos convencionais; os resultados analíticos são sempre dados em porcentagem do elemento na matéria seca.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. *Dados de Produção*

As colheitas médias por tratamento, nos 6 anos considerados aparecem na Tabela 3.1..

TABELA 3.1  
Produções médias de café em kg/6 covas em 6 anos.

Adubação mineral	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	110,97	67,38
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	111,83	72,65
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	124,27	76,08
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	133,13	93,12
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	110,40	74,57
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	192,45	185,17
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	143,37	136,20
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	223,50	205,60
D. M. S. 5%	46,82	46,82

A análise estatística preliminar revelou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para tratamento e para a matéria orgânica também. O efeito da matéria orgânica sobre a colheita é evidenciado pelas seguintes médias:

Sem matéria orgânica	113,84 ± 3,20 kg
Com matéria orgânica	143,74 ± 3,20 kg

O desdobramento dos graus de liberdade de tratamento mostrou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para o N e o K, bem como interação igualmente significativa entre esses dois elementos; o mesmo, aliás, havia sido demonstrado com os dados preliminares (MALAVOLTA et al., 1958); o fósforo continua a não mostrar efeito na produção.

Novo desdobramento revelou efeito significativo somente para o N na presença do K, com as médias dadas na Tabela 3.2; verifica-se que o efeito do K é notado tanto na presença como na ausência do N, enquanto o último só mostra efeito na presença daquele.

TABELA 3.2

Interação N K na produção

Tratamento	kg/6 covas em 6 anos
$K_0N_0$	94,68 ± 8,33
$K_1N_0$	126,45 ± 8,33
$K_0N_1$	92,36 ± 8,33
$K_1N_1$	201,68 ± 8,33

O exame dos dados anuais da colheita, que aparecem na Tabela 3.3., onde M vem a ser a Matéria Orgânica, mostrou que nos diversos anos as produções têm uma tendência para diminuir; devido a isso fez-se a análise estatística da diferença  $Y_3 - Y_1$ , onde  $Y_3$  é a produção do biênio 1961/1963 e  $Y_1$  é a produção do biênio 1957/1959.

TABELA 3.3.  
Evolução anual das colheitas (kg/6 covas).

Tratamentos	A N O S					
	1958	1959	1960	1961	1962	1963
$N_0P_0K_0M_0$	6,6	21,7	3,2	16,7	2,7	16,3
$N_0P_0K_0M_1$	8,4	38,0	5,9	28,0	2,3	28,2
$N_1P_0K_0M_0$	14,2	15,0	12,5	9,8	14,0	6,9
$N_1P_0K_0M_1$	15,2	25,2	22,9	17,8	16,7	13,6
$N_0P_1K_0M_0$	8,3	24,2	3,9	18,2	3,3	18,0
$N_0P_1K_0M_1$	8,2	41,9	6,6	32,5	3,0	31,9
$N_0P_0K_1M_0$	7,6	21,6	7,3	23,6	3,8	29,1
$N_0P_0K_1M_1$	10,5	36,8	15,3	31,7	5,2	33,4
$N_1P_1K_0M_0$	15,5	20,5	6,3	13,8	14,0	4,2
$N_1P_1K_0M_1$	21,6	27,3	10,7	25,1	15,1	10,4
$N_1P_0K_1M_0$	24,1	64,4	5,8	35,6	12,1	43,0
$N_1P_0K_1M_1$	18,8	15,7	6,7	41,6	10,9	43,6
$N_0P_1K_1M_0$	10,3	30,9	8,6	29,7	9,0	47,5
$N_0P_1K_1M_1$	11,8	36,4	15,9	28,3	7,2	43,6
$N_1P_1K_1M_0$	25,7	59,0	14,1	42,6	14,0	49,8
$N_1P_1K_1M_1$	26,7	69,1	12,5	51,9	9,6	53,9

A Tabela 3.4 dá a média desses valores para os diversos tratamentos.

TABELA 3.4  
Média dos valores  $Y_3 - Y_1$  em kg/6 covas/biênio.

Tratamento	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica
$N_0P_0K_0$	— 15,90 ± 2,93	— 9,35 ± 2,93
$N_1P_0K_0$	— 10,28 ± 2,93	— 8,37 ± 2,93
$N_0P_1K_0$	— 15,20 ± 2,93	— 11,23 ± 2,93
$N_0P_0K_1$	— 8,65 ± 2,93	— 3,62 ± 2,93
$N_1P_1K_0$	— 23,42 ± 2,93	— 17,82 ± 2,93
$N_1P_0K_1$	— 25,10 ± 2,93	— 33,40 ± 2,93
$N_0P_1K_1$	— 2,67 ± 2,93	— 15,25 ± 2,93
$N_1P_1K_1$	— 32,84 ± 2,93	— 21,07 ± 2,93
D. M. S. 5%	— 15,14	— 15,14

A análise estatística preliminar revelou efeitos significativos para tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, matéria orgânica ao nível de 1% de probabilidade e para a interação tratamentos x matéria orgânica ao nível de 5% de probabilidade. Decompondo-se os graus de liberdade de tratamentos, observaram-se efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade, para o N e para as interações N x P, N x K e P x K. Foram feitas novas decomposições com os resultados que aparecem na Tabela 3.5. As médias dadas na Tabela 3.6 mostram que: nos tratamentos em que o N está em presença de K a queda da produção é maior; quando o K não está junto com o N, a queda na produção é menor.

TABELA 3.5

Análise das interações sobre efeito de elementos na queda da produção.

Causas de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Nitrogênio na presença de P e K	1	7.736,45	7.736,45	62,3 **
Nitrogênio na ausência de P e K	1	56,56	56,56	0,46
Nitrogênio na presença de P e ausência de K	1	328,56	328,56	2,65
Nitrogênio na presença de K e ausência de P	1	4.288,02	4.288,02	34,6 **
Potássio na presença de N e P	1	340,66	340,66	1,94
Potássio na ausência de N e P	1	613,07	613,07	4,94*
Potássio na presença de N e ausência de P	1	2.382,04	2.382,04	29,19**
Potássio na presença de P e ausência de N	1	2.950,38	2.950,38	23,77**
Resíduo	35	4.343,35	124,10	

TABELA 3.6

Influência do N e do K na queda da produção.

Tratamento	$Y_3 - Y_1$
$N_0P_1K_1$	— 8,96 ± 3,22
$N_1P_1K_1$	— 26,95 ± 3,22
$N_0P_0K_0$	— 12,62 ± 3,22
$N_0P_0K_1$	— 2,52 ± 3,22
$N_1P_0K_1$	— 29,25 ± 3,22
$N_1P_0K_0$	— 9,32 ± 3,22
$N_1P_0K_1$	— 29,25 ± 3,22
$N_0P_1K_0$	— 13,22 ± 3,22
$N_0P_1K_1$	8,96 ± 3,22

Tendo em vista a significância da interação Tratamentos x Matéria Orgânica sobre a queda das colheitas, fez-se novo desdobramento dos graus de liberdade; obteve-se significância ao nível de 1% de probabilidade para matéria orgânica dentro dos tratamentos 001, 011 e 111; as médias obtidas aparecem na Tabela 3.7. Vê-se que a queda na produção foi maior nos tratamentos com a matéria orgânica, embora a produção total nos 6 anos fôsse muito maior, quando ela estava presente; note-se ainda que o efeito da matéria orgânica se fez sentir apenas nos tratamentos com potássio.

TABELA 3.7

Efeito da matéria orgânica na queda da produção.

Tratamentos	$\hat{Y}_3 - \hat{Y}_1$
$N_0P_0K_1M_0$	+ 3,62 ± 2,93
$N_0P_0K_1M_1$	+ 8,65 ± 2,93
$N_0P_1K_1M_0$	+ 15,25 ± 2,93
$N_0P_1K_1M_1$	+ 2,67 ± 2,93
$N_1P_1K_1M_0$	— 21,07 ± 2,93
$N_1P_1K_1M_1$	— 32,83 ± 2,93

### 3.2 *Diagnose Foliar*

Os resultados das análises das folhas encontram-se na Tabela 3.8.

Com relação ao conteúdo de N, a análise estatística revelou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade devido apenas ao uso desse elemento na adubação, com as médias seguintes:

$$N_0 = 2,47 \pm 0,027$$

$$N_1 = 2,94 \pm 0,027$$

O nível de P nas folhas foi elevado apenas pela presença da matéria orgânica; de fato:

$$\text{Sem matéria orgânica: } P = 0,153 \pm 0,002\%$$

$$\text{Com matéria orgânica: } P = 0,164 \pm 0,002\%$$

O teor de K foi afetado significativamente ao nível de 1% de probabilidade pelo uso do elemento na adubação; houve ainda uma interação N x K significativa, ao mesmo ní-

TABELA 3.8

Teores de N, P e K no 4.º par de folhas de ramos frutíferos em fevereiro de 1963.

Tratamentos	NITROGÊNIO			FÓSFORO			POTÁSSIO		
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	
000	2,43 ± 0,012	2,45 ± 0,012	0,152 ± 0,006	0,168 ± 0,006	1,15 ± 0,09	1,29 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,19 ± 0,09	
100	3,08 ± 0,012	2,89 ± 0,012	0,138 ± 0,006	0,158 ± 0,006	0,78 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,19 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
010	2,54 ± 0,012	2,52 ± 0,012	0,164 ± 0,006	0,173 ± 0,006	0,88 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,19 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
001	2,43 ± 0,012	2,52 ± 0,012	0,156 ± 0,006	0,167 ± 0,006	2,06 ± 0,09	2,06 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
110	2,89 ± 0,012	2,89 ± 0,012	0,155 ± 0,006	0,180 ± 0,006	0,74 ± 0,09	0,74 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
101	2,87 ± 0,012	2,85 ± 0,012	0,139 ± 0,006	0,154 ± 0,006	2,29 ± 0,09	2,29 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
011	2,50 ± 0,012	2,40 ± 0,012	0,156 ± 0,006	0,151 ± 0,006	2,00 ± 0,09	2,00 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
111	3,01 ± 0,012	3,06 ± 0,012	0,162 ± 0,006	0,165 ± 0,006	2,35 ± 0,09	2,35 ± 0,09	0,83 ± 0,09	1,79 ± 0,09	
D.m.s. 5%	0,06	0,06	0,034	0,034	0,48	0,48	0,48	0,48	



vel de significância. Além disso foi significativa a interação Tratamento x Matéria Orgânica. Um desdobramento dos Graus de Liberdade dessa interação deu-nos um efeito significativo para Matéria Orgânica dentro do tratamento 010; Matéria Orgânica dentro de 001; Matéria Orgânica dentro de 101; Matéria Orgânica dentro de 011; Matéria Orgânica dentro de 111. As médias obtidas estão na Tabela 3.9; observa-se que a Matéria Orgânica diminuiu o teor de K nas folhas; deixou de fazê-lo somente no tratamento em que não se ofereceu nem N e nem K.

TABELA 3.9

Interação entre adubação mineral e orgânica no teor de K das folhas.

Tratamento	Porcentagem de K
$N_0P_1K_0M_0$	0,89
$N_0P_1K_0M_1$	1,20
$N_0P_0K_1M_0$	2,06
$N_0P_0K_1M_1$	1,79
$N_1P_0K_1M_0$	2,29
$N_1P_0K_1M_1$	2,01
$N_0P_1K_1M_0$	2,00
$N_0P_1K_1M_1$	1,62
$N_1P_1K_1M_0$	2,36
$N_1P_1K_1M_1$	1,70

#### 4. DISCUSSÃO

##### 4.1 Dados de Produção

Quase dez anos depois de instalado o ensaio de que trata o presente trabalho, nota-se, no que tange à produção a mesma coisa que se verificara antes (MALAVOLTA et al., 1958); apenas o N e o K conseguiram aumentar a colheita; não há, por enquanto, nenhum efeito do P. Tais observações estão de acordo com outras sugerindo que a rubiácea necessita de pouco fósforo para o seu desenvolvimento e produção, mostrando, por outro lado, grandes exigências de azoto e de potássio (veja-se, por exemplo, MALAVOLTA, 1963, p. 143). Os dados das análises de folhas revelando teores de P em torno de 0,15%, confirmam que o elemento em

questão não está, de fato, limitando a produção; um conteúdo dessa ordem, de acordo com a literatura, indica nível adequado do elemento.

É muito interessante a nítida tendência apresentada pelas colheitas no sentido de diminuir com a passagem dos anos. Várias hipóteses, alternativas ou complementares, podem ser apresentadas quando se tenta explicar o fenômeno. Pode-se pensar, em primeiro lugar, que condições climáticas impróprias tenham prevalecido nos últimos anos, como na realidade ocorreu; que há algo de verdadeiro nisso transparece dos dados da Tabela 4.1; vê-se que em alguns tratamentos (O, NK) as produções somadas de 1962 e 1963 apresentaram quase a mesma porcentagem das correspondentes nos anos 1958 e 1959, entretanto, o mesmo não é válido para outros tratamentos, um dos quais, na realidade determinou aumento na produção (PK); ora, é difícil de conceber que a falta de chuvas afetasse de modo tão desigual (oposto, mesmo) os tratamentos considerados. Há referências na literatura sobre o efeito depressivo do uso contínuo do nitrato de sódio — adubo azotado empregado em todos esses anos no experimento — sobre a produção do cafeeiro (veja-se KRUG et al., 1963); isto tem sido explicado de diversas maneiras: menor disponibilidade do manganês; diminuição na absorção do K; é possível que um efeito dessa natureza tenha ocorrido; a Tabela 4.1 mostra, por exemplo, que somente no tratamento PK a produção, embora baixa, não diminuiu. Uma outra possibilidade a mencionar é a extração pronunciada de um outro elemento não fornecido na adubação; tal elemento se tornaria progressivamente limitante da produção; deve-se adiantar, entretanto, que não foram observados ainda sintomas de deficiência, além dos de N e K; tem-se que pensar, então, na eventualidade da “fome escondida”, o que se tentará comprovar através da análise química mais completa das folhas.

#### 4.2 *Diagnose Foliar*

A Tabela 4.2 mostra os teores médios de N, P e K observados nos tratamentos sem matéria orgânica, com e sem os elementos respectivos, teores, esses correspondentes às amostragens de 1957 e 1962.

Examinando os resultados relativos ao teor de cada elemento, como se viu em 3.2, o conteúdo de N nas folhas foi afetado apenas pela presença do elemento na adubação mineral aplicada; não parece lícito pensar-se, pois, que o efei-

TABELA 4.1

Produções obtidas nos anos 1962 e 1963 em porcentagem daquelas obtidas nos anos 1958 e 1959.

Tratamento	1958 e 1959	1962 e 1963	Porcentagem
$N_0P_0K_0M_0$	28,3	19,0	67
$N_0P_0K_0M_1$	46,4	30,5	66
$N_1P_1K_0M_0$	36,0	18,2	56
$N_1P_1K_0M_1$	48,9	25,5	52
$N_1P_0K_1M_0$	88,5	55,1	62
$N_1P_0K_1M_1$	90,5	99,5	65
$N_0P_1K_1M_0$	41,2	56,5	100
$N_0P_1K_1M_1$	48,2	50,8	100
$N_1P_1K_1M_0$	84,7	63,8	75
$N_1P_1K_1M_1$	95,8	63,0	66

TABELA 4.2

Influência da adubação mineral na composição das fôlhas.

Elemento	Tratamento	1957	1962
Nitrogênio (N)	Sem M.O.	2,28	2,47
Nitrogênio (N)	Com M.O.	2,79	2,94
Fósforo (P)	Sem M.O.	0,13	0,15
Fósforo (P)	Com M.O.	0,15	0,16
Potássio (K)	Sem M.O.	1,07	0,88
Potássio (K)	Com M.O.	1,62	2,17

to da matéria orgânica na produção tenha sido devido a uma suplementação na dose de N fornecida.

A Tabela 4.2 mostra que foi possível manter elevado o teor de N nas fôlhas no período 1957 a 1962; de fato, o teor 2,94 encontrado em 1962 está muito perto do valor 3,0 por cento que se considera como adequado (ver MALAVOLTA et al. 1962, p. 47).

O teor de P nas fôlhas, tanto nas plantas que receberam esse elemento na adubação, como naquelas que o não fizeram, manteve-se mais alto do que o conteúdo que se considera adequado; esse resultado está de acordo com a falta de resposta ao elemento em questão. A adição de matéria-orgânica conseguiu elevar significativamente o conteúdo de P nas

fôlhas o que se explica, provavelmente, pelo conhecido efeito daquela no aumento da disponibilidade dos fosfatos do solo.

As plantas que não receberam potássio na adubação, mostram em 1962 um teor menor do elemento que o encontrado em 1957, o que se explica naturalmente pela extração continuada desse elemento do solo e exportação pelas colheitas. As plantas, adubadas com potássio, apresentaram, por outro lado, teor maior do que o encontrado anteriormente; é que a dose fornecida vem aumentando, como se vê na Tabela 3.1. O fornecimento da matéria orgânica diminuiu significativamente o conteúdo de K nas fôlhas do cafeeiro; é difícil explicar êsse fato, a menos que se pense no efeito de diluição.

## 5. CONCLUSÕES

No presente trabalho, são discutidos os dados de produção e de análise de fôlhas obtidas em um ensaio fatorial com o cafeeiro, em que se usou o delineamento NPK 2 x 2 x 2 com parcelas subdivididas; metade recebeu matéria orgânica e metade não o fez. São apresentados e discutidos os dados de 6 colheitas e os resultados das análises químicas feitas apenas no último ano considerado. As principais conclusões são as seguintes:

5.1 — O N e o K aumentaram significativamente a produção, apresentando também interação positiva; o P não afetou as colheitas; a matéria orgânica aumentou a produção total dos 6 anos, não podendo o seu efeito ser explicado como suplementação das doses de N, P ou K.

5.2 — As colheitas — mesmo nos tratamentos com matéria orgânica — vêm diminuindo nos últimos anos; várias sugestões são apresentadas para explicar êsse fato.

5.3 — As doses de N e de K empregadas foram suficientes para garantir um nível adequado aos elementos nas fôlhas.

## 6 — SUMMARY

This paper deals with the results of a 2 x 2 x 2 N P K experiment designed to study the effect of fertilizers on yield and a chemical composition of coffee leaves; the effect of organic matter supplied as stable manure was ascertained by using the split plot technique. Yield data refer to the six harvests obtained from 1958 to 1963 only chemical data obtained in 1962 are discussed.

6.1 — Both N and K raised significantly the yields, their positive interaction being also significant; no affect of P was observed; organic matter did increase total yield; its effect cannot be attributed to additional supply of N, P or K.

6.2 — Yields are diminishing in a significant rend; several suggestions are discussed in an stempt to explain this finding.

6.3 — The doses of N and K which have been applied proved to be suficient to maintain an adequate level of said elements in the leaves.

## 7 — BIBLIOGRAFIA CITADA

KRUG, C. A. et. al. — 1963 — Cultura e Adubação do Cafeeiro — Instituto Brasileiro da Potassa — São Paulo — Brasil.

MALAVOLTA, E.; F. Pimentel Gomes e T. Coury — 1958 — Estudos Sôbre a Alimentação Mineral do Cafeeiro. I. Resultados Preliminares. Boletim n.º 14 da E. S. A. "Luiz de Queiroz".

MALAVOLTA, E.; H. P. Haag; F. A. F. Mello e M. O. C. Brasil Sobrinho — 1962 — On the Mineral Nutrition of Some Tropical Crops, International Potash Institute, Berne, Switzerland.

