

ESTUDOS SÔBRE ALIMENTAÇÃO MINERAL DO CAFEIEIRO.
VIII. ESTUDO DA ABSORÇÃO E DA TRANSLOCAÇÃO DO RADIOZINCO
NO CAFEIEIRO

(*Coffea arabica* L.) * *

J. D. P. ARZOLLA; H. P. HAAG; E. MALAYOLTA

E. S. A. "LUIZ DE QUEIROZ"

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho, em que se usou o Zn^{65} , foi executado com a finalidade de se verificar o modo de mais fácil aproveitamento do zinco pela planta e a influência de fatores que afetam sua absorção, translocação e acúmulo no cafeeiro, fatores esses representados por alguns micronutrientes, em várias concentrações.

Trata-se de uma pequena contribuição para o estudo da carência de zinco, que afeta os cafezais no Estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ENSAIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA. Cafeeiros da variedade "Bourbon amarelo", de oito meses de idade, foram transplantados para erlenmeyer de um litro, com solução de Hoagland e Arnon, contendo N, P, K, Ca, S, Mg e micronutrientes de acôrdo com suas indicações. Para se estudar a influência do Fe, Mn, Cu e Mo, foram os mesmos fornecidos de acôrdo com a tabela 1.

O radiozinco foi aplicado ou à solução nutritiva ou diretamente nas folhas. À solução foram fornecidas doses semanais, perfazendo um total de 0,15 microcuries.

* Trabalho feito com ajuda da Fundação Rockefeller e do C.N.Pq..

** - Recebido para publicação em 2/2/62.

Fornecimento de micronutrientes à solução nutritiva

VASOS	TRATAMENTOS
1, 2, 3,	testemunhas +
4, 5, 6,	menos Fe
7, 8, 9,	10 p.p.m. Fe
10, 11, 12,	menos Mn
13, 14, 15,	5 p.p.m. Mn
16, 17, 18,	menos Cu
19, 20, 21,	0,2 p.p.m. Cu
22, 23, 24,	menos Mo
25, 26, 27,	0,1 p.p.m. Mo

TABELA 1

+ 0,05 p.p.m. Zn; 1 p.p.m. Fe; 0,5 p.p.m. Mn
0,02 p.p.m. Cu; 0,01 p.p.m. Mo

No tratamento correspondente as folhas das plantas nessas soluções receberam $Zn_{65}Cl_2$, com uma atividade de 0,15 microcuries, diluído em $ZnCl_2$ inerte. O $Zn_{65}Cl_2$ foi aplicado às folhas, pincelando-se cuidadosamente as mesmas na seguinte ordem:

Fornecimento de zinco às folhas

VASOS	TRATAMENTOS
28,28	página superior
30,31	página inferior
32,33	ambas as páginas

TABELA 2

2.2. VASOS COM TERRA. Neste ensaio usou-se terra roxa legítima da Fazenda Modêlo, da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Estado de São Paulo e arenito de Bauru, procedente de Marília, com as seguintes características:

Algumas características das terras usadas

CARACTERÍSTICAS	TERRA ROXA	ARENITO
Nitrogênio %	0,21	0,19
Matéria orgânica %	2,1	0,8
pH	6,0	8,0
Fósforo "trocável", me. %	0,9	0,36
K trocável, me. %	0,75	0,22
Ca trocável, me, %	6,0	4,5
Zn p.p.m. (+)	2,3	3,4

TABELA 3

(+) Extraído com HCl 0,1 N

Os vasos receberam 3,5 kg de terra com a seguinte adu-
bação: 2,0 g de NaNO_3 , 2,0 g de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 0,3 g de KCl, 1 g
 CaCO_3 e 1 g de MgSO_4 .

Foi aplicada uma dose de radiozinc, num total de 10^6
constagens por minuto e doses variáveis de zinco inerte de 65 e 130 mg.

Em cada vaso foram plantadas duas mudas semelhantes
às da solução nutritiva.

Tratamentos no ensaio em vasos com terra

VASOS	TRATAMENTOS
1, 2,	Arenito de Bauru, 1 dose de zinco
3, 4,	Arenito de Bauru, 2 doses de zinco
5, 6,	Terra roxa legítima, 1 dose de zinco
7, 8,	Terra roxa legítima, 2 doses de zinco

TABELA 4

As plantas neste ensaio foram conservadas em casa de vegetação, expostas ao ar livre pela manhã, irrigando-se, e quando necessário, devolvendo-se o percolado.

2.3. CONTAGEM. A determinação da atividade se fez de duas formas: incinerando-se o material a 550°C, dissolvendo-se o resíduo em HCl 1 + 9 e também fazendo-se o extrato nítrico-perclórico. Aliquotas eram evaporadas a seco, para se determinar a atividade. A segunda técnica reduzia consideravelmente a auto-absorção, mas resolveu-se extrair o zinco do extrato e com êle a atividade por meio da ditizona, em pH 6,0, em tetracloreto de carbono.

Transferia-se o ditizonato de zinco em tetracloreto de carbono para as cápsulas, incinerava-se e se faziam as contagens.

Com esta técnica, anulou-se quase completamente a auto-absorção. As contagens eram feitas com um tubo Geiger - Müller, do Tipo TGC-2, com janela de mica de $1,8 \text{ mg/cm}^2$, da Tracerlab Inc. (130 High St. Boston 10, Mass., U. S. A.), ligado a um "scaler" da mesma procedência.

2.4. ANÁLISE QUÍMICA DAS PLANTAS. Os elementos foram determinados pelos seguintes métodos: Fe-SANDELL, 1950 (p. p. 385-387); Mn-PIPER, 1950 (p. 346); Cu-SANDELL, 1950 (p. 257); Mo-SANDELL, 1954 (p. 468) e o Zn-PELLEGRINO, 1955.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ENSAIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA. A tabela 5 mostra as atividades encontradas e a porcentagem de zinco absorvida pela planta em função dos níveis de micronutrientes na solução nutritiva.

Pode-se observar que houve uma redução da absorção do Zn^{65} , devido aos níveis de Mn, Cu e Mo existentes no meio, o que não aconteceu com o ferro, pelo menos aparentemente, o qual não mostrou inibir a acumulação do zinco mas permitiu que ele continuasse a entrar facilmente nas células, conforme observação já feita por BIDDULPH (1953).

O Mn, Cu ou Mo em doses altas mostraram competir com o Zn; é possível ter havido uma competição interiônica, entre os elementos, antes da penetração no interior das células.

A Tabela 5 mostra a distribuição do radiozinco nas raízes e parte aérea das plantas; houve em todos os casos acúmulo de Zn^{65} nas raízes, o que parece nos indicar ter havido retenção do mesmo para satisfazer as necessidades da planta como já verificaram MALAVOLTA e PELLEGRINO, (1954), em tomateiro e SHAW et al. (1954), em milho. (ver Tab. 5).

Na Tabela 6 nota-se a influência do aumento do nível externo de Mn contribuindo para uma redução da absorção do radiozinco.

Quando se omitiu o Cu (Tab. 6), os teores percentuais desse elemento foram mais baixos; com dois níveis diferentes de Cu empregados, a absorção aumentou só nas raízes, o que sugere que o Cu existente nas mesmas, na ocasião do transplante e mais o dos sais e da água destilada, já eram suficientes para as necessidades da planta durante o período experimental; as variações na absorção do zinco, em função do nível de Cu, foram uma consequência do excesso de Cu na solução. As variações nos teores de Mo e Zn (Tab. 6), foram semelhantes às verificadas para Mn e Zn; os resultados das análises químicas são concordantes com os da determinação da atividade. (Tab. 5).

FORNECIMENTO DE RADIOZINCO AOS CAFEEIROS

CONTAGENS

Vasos	Tratamentos	Parte da planta	Ctg encontrada % Ctg fornecida
1, 2, 3	test	raiz	4,40
1, 2, 3	test	p. aérea	0,63
4, 5, 6	- Fe	raiz	5,10
4, 5, 6	- Fe	p. aérea	0,53
7, 8, 9	10 Fe	raiz	4,10
7, 8, 9	10 Fe	p. aérea	0,36
10, 11, 12	- Mn	raiz	4,50
10, 11, 12	- Mn	p. aérea	0,70
13, 14, 15	10 Mn	raiz	2,10
13, 14, 15	10 Mn	p. aérea	1,20
16, 17, 18	- Cu	raiz	5,80
16, 17, 18	- Cu	p. aérea	1,06
19, 20, 21	10 Cu	raiz	1,50
19, 20, 21	10 Cu	p. aérea	0,60
22, 23, 24	- Mo	raiz	4,20
22, 23, 24	- Mo	p. aérea	0,76
25, 26, 27	10 Mo	raiz	1,30
28, 29, 30	10 Mo	p. aérea	1,60

TABELA 5

ATIVIDADES ENCONTRADAS

3.1.1. FORNECIMENTO DE Na Tabela 7, po
 RADIOZINCO ÀS FÔLHAS, de-se verificar
 que nas fôlhas, on
 de se pincelou a página superior, a absorção foi relativamente
 pequena e aquelas que receberam a solução na página inferior, a
 apresentaram absorção intensa, isto devido a existência dos

estômatos e a retenção do zinco em algum sistema metabólico foliar.

Além da retenção mencionada, houve aparente exportação do radiozinco, pela floema, destinada a atender as necessidades criadas pelo crescimento constante dos meristemas das partes novas e velhas. Aliás, observações semelhantes foram feitas em tomateiro, por MALAVOLTA e PELLEGRINO (1954).

Com o pincelamento em ambas as páginas (Tab. 7), houve maior absorção pelas folhas; a absorção pelo sistema radicular foi consideravelmente menos intensa.

3. 2. ENSAIO EM VASOS COM TERRA

A absorção do Zn^{65} nas plantas cultivadas nos vasos com solos foi menor. Isto nos indica ser devido a fixação do zinco à argila conforme citam ELGABALY et al., 1943 e ELGABALY, 1950. Como as raízes absorvem mais zinco na bentonita que da caolita e os solos do ensaio são do tipo caolinita, pode-se justificar, em parte essa menor absorção. Ademais, pode ser também devido ao fato de que o cafeeiro absorveu, durante o crescimento, mais zinco do solo e pouco do aplicado, isto tudo em concordância com os teores altos, encontrados na planta, conforme mostra a Tabela 8.

As doses simples ou duplas (Tab. 8), aplicadas aos dois tipos de solos não apresentaram diferença de ordem prática. Na terra roxa houve maior absorção do que no arenito mas o teor porcentual foi menor. Como houve maior crescimento em terra roxa, a quantidade de micronutriente ficou mais diluída na planta. O pequeno desenvolvimento em arenito talvez seja devido à carência de elementos que não deve ter sido corrigida com a adubação feita ou então deve ter havido alguma toxidez produzida pelo alto teor de zinco existente.

ENSAIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

ANÁLISES QUÍMICAS (+)

VASOS	TRATAMENTOS	PARTE DA PLANTA		
Teores de ferro e zinco inertes nas plantas (respect.)				
4	- Fe	raiz,	138	45
4	- Fe	p. aerea	8	35
4	- Fe	raiz,	112	50
4	- Fe	p. aerea	6	28
1	1 p. p. m. Fe	raiz,	185	55
1	1 p. p. m. Fe	p. aerea	10	32
2	1 p. p. m. Fe	raiz,	145	42
2	1 p. p. m. Fe	p. aerea	8	26
7	10p. p. m. Fe	raiz,	197	45
7	10p. p. m. Fe	p. aerea	10	18
8	10p. p. m. Fe	raiz,	262	62
8	10p. p. m. Fe	p. aerea	11	20
Teores de manganês e zinco inerte nas plantas (respect.)				
10	- Mn	raiz,	3	78
10	- Mn	p. aerea	12	40
11	- Mn	raiz,	tt	76
11	- Mn	p. aerea	11	39
1	0,5 p. p. m. Mn	raiz,	60	55
1	0,5 p. p. m. Mn	p. aerea	13	32
2	0,5 p. p. m. Mn	raiz,	56	42
2	0,5 p. p. m. Mn	p. aerea	18	26
13	5 p. p. m. Mn	raiz,	124	35
13	5 p. p. m. Mn	p. aerea	20	20
14	5 p. p. m. Mn	raiz,	115	33
14	5 p. p. m. Mn	p. aerea	27	16
Teores de cobre e zinco inerte nas plantas (respect.)				
16	- Cu	raiz,	9,0	68,0
16	- Cu	p. aerea	1,5	19,2
17	- Cu	raiz,	9,0	56,7
17	- Cu	p. aerea	1,0	17,7
1	0,02 p. p. m. Cu	raiz,	17,0	55,5
1	0,02 p. p. m. Cu	p. aerea	1,2	32,8
2	0,02 p. p. m. Cu	raiz,	13,6	42,4
2	0,02 p. p. m. Cu	p. aerea	1,2	26,3
19	0,2 p. p. m. Cu	raiz,	19,6	29,6
19	0,2 p. p. m. Cu	p. aerea	1,8	26,9
20	0,2 p. p. m. Cu	raiz,	21,3	25,5
20	0,2 p. p. m. Cu	p. aerea	1,6	21,0
Teores de molibdenio e zinco inerte nas plantas (respect.)				
22	- Mo	raiz,	3,0	42
22	- Mo	p. aerea	0,4	20
23	- Mo	raiz,	2,8	49
23	- Mo	p. aerea	0,3	15
1	0,01 p. p. m. Mo	raiz,	3,3	55
1	0,01 p. p. m. Mo	p. aerea	0,5	32
2	0,01 p. p. m. Mo	raiz,	2,4	42
2	0,01 p. p. m. Mo	p. aerea	0,4	26
25	0,1 p. p. m. Mo	raiz,	11,9	38
25	0,1 p. p. m. Mo	p. aerea	0,6	28
26	0,1 p. p. m. Mo	raiz,	11,7	28
26	0,1 p. p. m. Mo	p. aerea	0,6	23

TABELA 6

(+) Todos os valores são dados em p.p.m.

Distribuição do Zn⁶⁵ aplicado diretamente nas folhas.

Parte da planta	TRATAMENTOS					
	página superior		página inferior		ambas as páginas	
	Total	% abs	Total	% abs	Total	% abs
		1, 869	0, 60	421	0, 15	1.075
Parte abaixo do local do pincelamento	1.977	0, 65	30.384	10, 95	10.397	3, 70
Fls. pinceladas	27.922	10, 00	85.769	30, 80	45.035	16, 20
Parte acima do local do pincelamento	2.190	0, 75	1.956	0, 70	948	0, 30

TABELA 7

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se a absorção e translocação do radiozinco no cafeeiro cultivando-o em solução nutritiva e em vasos com arenito de Bauru e terra roxa legítima. Foram feitos ensaios para se verificar a influência de diferentes níveis de metais pesados micronutrientes e também do modo de aplicação do radioelemento.

No ensaio em solução nutritiva forneceu-se os elementos nas seguintes concentrações :

Ensaio em vasos com terra
Análises químicas

ARENITO DE BAURU

Vasos	Tratamentos	Parte da planta	Pêso g	mg	ctg.
				Zn/100g	abs. %
1	1 dose Zn	raiz	0,301	74	0,02
		parte aérea	1,789	47	0,06
1	1 dose Zn	raiz	0,281	81	0,02
		parte aérea	1,801	44	0,05
2	1 dose Zn	raiz	0,286	70	0,01
		parte aérea	1,918	40	0,06
3	2 doses Zn	raiz	0,306	94	0,02
		parte aérea	1,903	41	0,08
4	2 doses Zn	raiz	0,301	94	0,03
		parte aérea	1,801	44	0,07
4	2 doses Zn	raiz	0,289	109	0,02
		parte aérea	1,901	42	0,06

TERRA ROXA LEGÍTIMA

Vasos	Tratamentos	Parte da planta	Pêso g	mg	ctg.
				Zn/100g	abs. %
5	1 dose Zn	raiz	0,489	69	0,02
		parte aérea	4,133	15	0,20
6	1 dose Zn	raiz	0,415	90	0,02
		parte aérea	3,989	14	0,10
6	1 dose Zn	raiz	0,481	75	0,02
		parte aérea	4,101	14	0,10
7	2 doses Zn	raiz	0,527	76	0,03
		parte aérea	4,401	15	0,20
7	2 doses Zn	raiz	0,748	55	0,05
		parte aérea	4,046	17	0,15
8	2 doses Zn	raiz	0,586	74	0,03
		parte aérea	3,981	14	0,13

TABELA 8

ATIVIDADES E TEORES DO ZINCO ENCONTRADOS NOS CAFEEIROS

Zn inerte	- dose constante de 0,05 p. p. m.
Fe	- doses variáveis de 0, 0, 0,1 e 10 p. p. m.
Mn	- doses variáveis de 0, 0, 0,5 e 5 p. p. m.
Cu	- doses variáveis de 0, 0, 0,02 e 0,2 p. p. m.
Mo	- doses variáveis de 0, 0, 0,01 e 0,1 p. p. m.

Aplicou-se 0,15 microcurie de radiozinco por planta para estudar a influência dos metais pesados. Quanto ao modo de aplicação pincelou-se a página inferior, a superior ou ambas determinadas folhas fornecendo-se 0,10 microcurie por planta.

No ensaio com solo as plantas foram cultivadas em are nito de Bauru e terra roxa legítima, com adubação NPK, doses diferentes de zinco inerte - 65 a 130 mg de $ZnCl_2$ e radiozinco uma atividade total de 10^6 contagem por minuto.

As contagens revelaram que não houve influência apreciável do Fe na absorção do radiozinco enquanto que doses crescentes de Mn, Cu e Mo contribuíram para uma redução de 50% na absorção daquele elemento; com a omissão do Mn, Cu ou Mo observou-se um aumento da absorção do radiozinco no tratamento menos Cu o que provavelmente ocorre devido à ausência de uma competição interiônica Zn-Cu.

Quando se aplicou o radiozinco pincelando as folhas, obteve-se absorção oito vezes mais intensa do que fornecendo o mesmo à solução nutritiva. O pincelamento da página inferior mostrou-se mais eficiente para absorção do elemento.

Nas análises químicas das plantas submetidas a níveis variáveis de micronutrientes metais pesados, nas quantidades presentes na planta, encontrou-se uma diminuição do teor em Fe e Zn quando se omitiu êsses elementos; com dose elevada houve maior acúmulo na raiz; a parte aérea não se alterou.

A omissão de Mn fez diminuir o teor nas raízes enquanto para Mo não houve variação.

O Mn e Mo se acumularam nas raízes e pontas aéreas quando empregados em doses altas.

Para diversas concentrações de Fe e Mo não houve variação apreciável no teor de zinco total na planta. O Mn em

doses elevadas foi pouco absorvido. Omitindo-se o cobre variou muito o teor em Zn nas raízes e na parte aérea.

As contagens nas plantas cultivadas em arenito de Bau ru não evidenciaram influência da dose de zinco inerte sobre a absorção do radiozinco onde se encontrou um máximo de 0,1 % da atividade fornecida; para a terra roxa legítima um ligeiro aumento na absorção 0,2 % correspondendo a maior dose de zinco inerte.

Portanto, diante dos dados obtidos com aplicação do radiozinco em solução, às folhas ou no solo, conclui-se que a correção de deficiências de Zn no cafeeiro deve ser mais eficiente pulverizando-se a folhagem.

5. SUMMARY

5.1. WATER-CULTURE EXPERIMENTS. Two water-culture experiments were carried out to study the absorption and the translocation of radiozinc in young coffee plants as influenced by two factors, namely, concentration of heavy metals (iron, manganese, copper and molybdenum) and method of application. Inert zinc was supplied at an uniform rate of 0.05 p.p.m.; the levels of iron supply were 0, 1.0, and 10.0 p.p.m.; manganese was supplied in three doses 0, 0.5, and 5.0 p.p.m.; copper- 0, 0.02, and 0.2 p.p.m.; molybdenum- 0, 0.01, and 0.1 p.p.m.. When applied to the nutrient solution the activity of the radiozinc (as zinc chloride) was 0.15 microcuries per plant. In the study of the leaf absorption, Zn^{65} was supplied at the level of 0.10 microcuries per plant; in this case the radioactive material was brushed either on the lower or on the upper surface or both two pairs of mature leaves. The absorption period was 8 weeks.

The radioactivity assay showed the following results:

1 - Among the heavy metals herein investigated the iron concentration did not affect the uptake of the radiozinc; by raising the level of Mn, Cu and Mo ten times, the absorption dropped to 50 per cent and even more when compared

with the control plants; when, however, these micronutrients were omitted from the nutrient solution, an increase in the uptake of zinc was registered in the minus Cu treatment only. The effects of high levels of Mn, Cu and Mo probably indicate an interionic competition for a same site on a common binding substance in the cell surface.

2 - The absorption of the radiozinc directly applied to the leaf surface reached levels as high as 8 times that registered when the root uptake took place. Among the three methods of application which have been tried, brushing the lower surface of the leaves proved to be the most effective; this result is easily understood since the stomatal openings of the coffee leaves are preferentially located in the lower surface - in this treatment, about 40 per cent of the activity was absorbed and around 12 per cent were translocated either to the old or to the newer organs.

Chemical analyses for heavy metals, were carried out only in the plants received $Zn^{65}Cl_2$ in the nutrient solution; the results were as follows:

1 - Control plants had, per 1,000 gm, of dry weight the following amounts in mg. : Zn- 48 in the roots and 29 in the tops; Fe- 165 in the roots and 9 in the tops; Mn- 58 in the roots and 15 in the tops, Cu- 15 in the roots and 1.2 in the tops; Mo- 2.8 in the roots and 0.45 in the tops.

2 - The effect of different levels of micronutrients in the composition of the plants can be summarized as follows: Fe and Zn- when omitted from the nutrient solution, the iron and zinc contents in the roots decreased, no variation being noted in the tops; the higher dosis caused an accumulation in the roots but no apparent effect in the tops; Mn- by omitting this micronutrient a decrease in its content in the roots was noted, where as the concentration in the tops was the same ; Mo- no variation in roots and tops contents when molybdenum was omitted; higher dosis of manganese and molybdenum increased

the amounts formed both in the roots and in the tops.

3 - The influence of the different concentrations of micronutrients heavy metals on the zinc content of the coffee plants can be described by saying that: Fe and Mo- no marked variation; Mn- no effect when omitted, reduced amount when the high dosis was supplied; Mn- when the plants did not receive manganese the zinc content in roots and tops was the same as in the control plants; a decrease in the zinc content of the total plant occurred when the high dosis was employed; Cu - the situation is similar to that described for manganese.

Hence, results showed by the chemical analyses roughly correspond to those of the radioactivity assay; the use of the tracer technique, however, gave best informations along this line.

5.2. SOIL-POTS EXPERIMENTS. The two types of soils which when selected support the most extensive coffee plantations in the State of São Paulo, Brazil: "arenito de Bauru", a light sandy soil and "terra roxa legítima", a red soil derived from basalt. Besides NPK containing salts, the coffee plants were given two doses of inert zinc (65 and 130 mg $ZnCl_2$ per pot) and radiozinc at a total activity of 10^6 counts/minute.

The results of the countings can be summarized as follows:

1 - When plants were grown in "arenito de Bauru" the activity absorbed as per cent of the total activity supplied was not affected by the dosis of inert zinc. The highest value found was around 0.1 per cent.

2 - For the "terra roxa" plants, the situation is almost the same; there was, however, a slight increase in the absorption of the radiozinc when 130 mgm of $ZnCl_2$ was given: a little above 0.2 per cent of the activity supplied was absorbed.

The results clearly show that the young coffee plants practically did not absorb none of the zinc supplied; two reasons at least could be pointed out to explain such a fact:

1 - Zinc fixation by an exchange with magnesium or by filling holes in the octahedral layer of aluminosilicates, probably kaolinite;

2 - No need for fertilizer zinc in the particular stage of life cycle under which the experiment was set up.

The data from chemical analysis are roughly parallel to the above mentioned.

When one attempts to compare - by taking data herein reported zinc uptake from nutrient solution, leaf brushing or from fertilizers in the soil, a practical conclusion can be drawn: the control of zinc deficiency in coffee plants should not be done by adding the zinc salts to the soil; in other words: the soil applications used so extensively in other countries seem not to be suitable for our conditions; hence zinc sprays should be used wherever necessary.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGH, H. - Metabolism of zinc with radiozinc⁶⁵; some investigations with radiozinc given to *Pisum s. saccharatum*. Kgl. Norske Vid. Selskab Forh. 23: 123 - 126, 1950. (C. A. 46:3121).

BIDDULPH, O. - Translocation of radioactive mineral nutrients in plants a Confer on the Use of isotopes in plant and animal research, TID-5098, 1953. pp. 48-58.

ELGABALY, M. M.; JENNY, H. & OVERSTREET, R. - Effect of type of clay mineral on the uptake of zinc and potassium by barley roots. Soil Sci. 55:257-263, 1943. (B.L.M.E 1, 1889).

- ELGABALY, M. M. - Mechanism of zinc fixation by colloidal clays and related minerals. *Soil Sci.* 69(3):167-174, 1950. (B. M. L. E. 2, 244).
- HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. - The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exper. Sta.* (Berkeley) Circ. 347:31, 1950.
- MALAVOLTA, E. & PELLEGRINO, D. - Estudos sôbre a distribuição do rádio-zinco no tomateiro (*Lycopersicum esculentum*). *An. E. S. A. "Luiz de Queiroz"*, U.S.P. 11:78-84, 1954.
- PELLEGRINO, D. - Comunicação particular, 1955.
- PIPER, C. S. - In *Soil and Plant analysis*. New York, Interscience Publ. Inc., 1950.
- SANDELL, E. B. - In *Colorimetric determination of traces of metals*. 2nd. Edit. New York, Interscience Publ. Inc., 1950.
- SHAW, E.; MENZEL, R. G. & DEAN, L. A. - Plant uptake of zinc 65 from soils and fertilizers. *Soil Sci.* 77(3):205-214, 1954.
- WHATLEY, F. R.; ORDIN, L. & ARNON, D. I. - Distribution of micronutrient metals in leaves and chloroplasts fragments. *Plant Physiol.* 26(2):414-418, 1951.