

ESTUDOS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO MARACUJÁ AMARELO.
VII. EFEITO DOS MICRÔNUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO
E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS *

A.C.P.A. PRIMAVESI **
E. MALAVOLTA ***

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo o estudo do efeito da presença e omissão dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral da planta de maracujá, e estabelecer níveis indicadores do estado nutricional.

Somente a deficiência em cobre afetou bastante o desenvolvimento das plantas. Os outros micronutrientes: boro, ferro, manganês, molibdênio e zinco não afetaram muito o desenvolvimento das plantas quando foram omitidos.

* Parte da dissertação de mestrado apresentada pela primeira autora. Com ajuda do BNDE, CNEN, CNPq, EMBRAPA e FAPESP. Entregue para publicação em 10/11/1980.

** EMBRAPA.

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

Encontrou-se os seguintes teores de nutrientes nas folhas do tratamento completo: B - 112,5 ppm; Cu - 13 ppm; Fe-597,3 ppm; Mn - 31,0 ppm; Mo - 1,04 ppm e Zn - 28,3 ppm.

Determinou-se a parte da planta que melhor refletisse seu estado nutricional para cada microelemento: boro - folha haste madura; cobre - folha da haste madura e gavinhas; ferro - gavinhas; manganês - folha da haste madura; molibdênio - folha da haste nova; zinco - gavinhas.

INTRODUÇÃO

As duas espécies de maracujá mais cultivadas no mundo todo são conhecidas como maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) e maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), as quais se supõe sejam nativas do Brasil (PIZA JR., 1966).

O maracujá roxo é cultivado comercialmente na Nova Zelândia, África do Sul e Austrália (CARVALHO, 1967). O maracujá amarelo desenvolve-se melhor em clima tropical como no Havaí, Norte e Nordeste do Brasil. No Brasil, a cultura aparece espalhada por todo o País, concentrando-se mais nos Estados de Pernambuco, Ceará, Alagoas, Bahia, Minas Gerais e São Paulo.

Segundo SANTOS (1967), o maracujá até há pouco, sem grande expressão na fruticultura, viu nesses últimos anos um movimento intenso em prol de sua industrialização.

Esta pesquisa teve como objetivo o estudo do efeito dos micronutrientes no crescimento e composição mineral das plantas de maracujá.

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de maracujá da variedade amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg), com um mês de idade foram transferidas para vasos de 2,5 l de capacidade, contendo solução nutritiva completa (HOAGLAND & ARNON, 1950) modificada quanto ao fornecimento de ferro e com a metade da concentração.

Aos 90 dias após o transplante, iniciaram-se os tratamentos inteiramente casualizados em número de 13 com 3 repetições, constituídos pelo tratamento completo e os restantes omitindo-se os nutrientes da solução nutritiva.

Mensalmente, efetuava-se a troca de soluções e a coleta das plantas quando os sintomas de deficiência se apresentavam evidentes.

As plantas coletadas foram separadas em raiz, caule, haste madura, haste nova, folhas haste madura, folhas da haste nova, folhas do caule, folhas caídas e gavinhas.

O material seco foi pesado e moído, sendo analisado pelos seguintes métodos: boro - colorimetria da curcumina; cobre, ferro, manganês e zinco - absorção atômica; molibdênio - colorimetria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do peso do material seco, mediu-se o efeito da ausência dos micronutrientes na solução nutritiva, no desenvolvimento das plantas de maracujá.

Pelos dados da Tabela 1, a omissão de micronutrientes na solução nutritiva acarretou uma diminuição na produção de matéria seca da raiz na seguinte ordem decrescente: Cu > Mn > Fe > B > Mo > Zn.

A omissão dos micronutrientes na solução nutritiva acusou um decréscimo na produção de matéria seca na parte aérea na seguinte ordem decrescente: Cu > Mn > B > Fe > Mo > Zn.

Tabela 1 - Peso da matéria seca (g) das diversas partes da planta, em função dos tratamentos (média de três repetições)

Tratamento	Partes da planta			Total
	Raiz	Caule	Folhas	
Completo	47,01	281,93	99,53	428,47
- B	37,84	97,77	112,12	247,73
- Cu	20,08	59,26	72,48	151,82
- Fe	33,86	139,43	96,73	270,15
- Mn	26,67	113,86	60,85	201,39
- Mo	55,41	209,34	47,05	311,81
- Zn	71,59	267,74	74,27	413,60

Na produção de matéria seca da planta inteira, a omissão dos nutrientes na solução nutritiva causou uma diminuição na seguinte ordem decrescente: Cu > Mn > B > Fe > Mo > Zn.

ABANTO (1970) encontrou que a deficiência de boro reduziu fortemente o crescimento das plantas de maracujá amarelo. Na presente pesquisa, a ausência de boro afetou o desenvolvimento, mas não tão intensamente.

Na Tabela 2 se encontram as concentrações dos micronutrientes na parte da planta que melhor refletiu seu estado nutricional. Com esses teores tentou-se estabelecer níveis indicadores do estado nutricional.

HAAG *et alii* (1973) encontraram os seguintes teores de micronutrientes para folhas de maracujá amarelo, analisadas entre 250 a 280 dias de idade: B - 39 a 47 ppm; Cu - 15,0 ppm; Fe - 116 a 233 ppm; Mn - 433 a 604 ppm; Zn - 26 a 49 ppm.

No presente trabalho, determinaram-se as seguintes concentrações de micronutrientes: B - 112,5 ppm; Cu - 13,0 ppm; Fe - 597,3 ppm; Mn - 31,0 ppm; Zn - 28,3 ppm, revelando um teor de boro e ferro bem superior ao encontrado por aqueles

Tabela 2 - Níveis de nutrientes nos órgãos de plantas sadias e deficientes

Elemento	Plantas sadias			Plantas deficientes		
	Folha haste madura	Folha haste nova	gavinhas	Folha haste madura	Folha haste nova	gavinhas
	----- ppm -----					
Boro	-	112,5	-	-	43,0	-
Cobre	13,0	-	13,0	2,0	-	2,0
Ferro	-	-	597,3	-	-	190,0
Manganês	31,0	-	-	11,0	-	-
Molibdênio	-	1,04	-	-	0,52	-
Zinco	-	-	28,3	-	-	24,0

autores e um teor de manganês muito inferior, sendo os teores de zinco e cobre equivalente em ambos os trabalhos.

A influência dos tratamentos no teor dos nutrientes está apresentada nas Tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

A concentração adequada de boro para o desenvolvimento das plantas varia de 10 a 100 ppm, dependendo da espécie e os teores abaixo de 5 ppm tem sido relacionados com deficiência e acima de 1.000 ppm com toxidez desse elemento (JOHNSON & ULRICH, 1959). Os teores médios desse elemento (Tabela 1), nas diversas partes das plantas, estão concordantes com os valores apresentados por esses autores, apenas um pouco mais elevados.

Segundo REEVE & SHIVE (1944), a concentração de potássio no meio tem influência definida no acúmulo de boro nas plantas de tomate e os baixos níveis desse elemento acentuariam os sintomas de deficiência de boro. No presente trabalho, a omissão de potássio não mostrou efeito na absorção do boro pelo maracujá amarelo (Tabela 3).

Observando os dados da Tabela 4, verifica-se que a omissão de cobre na solução nutritiva mostrou uma tendência de diminuição na concentração desse micronutriente nas diversas partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo.

Os sintomas de falta de ferro aparecem em primeiro lugar nas folhas mais novas, o que indica baixa redistribuição desse elemento dentro da planta (MALAVOLTA, 1976).

Observando-se os dados da Tabela 5, verifica-se que o teor de ferro do tratamento completo nas folhas caídas (968,7 ppm) é maior que o das folhas de haste nova (595,7 ppm), o que demonstra a pouca mobilidade desse nutriente.

MALAVOLTA (1976) relata que altas concentrações de cobre, zinco e potássio no meio causam diminuição na absorção do manganês. No presente trabalho parece existir um aumento na absorção de manganês quando são omitidos esses três nutrientes (Tabela 6).

Tabela 3 - Teor em ppm de boro contido na matéria seca das diversas partes da planta, em função dos tratamentos (média de duas repetições)

Tratamento	Folhas do caule	Folhas haste madura	Folhas haste nova	gavinha	Folhas caídas
Completo	116,0	124,0	112,5	91,0	178,5
- N	-	-	-	91,0	178,0
- P			88,5	82,0	129,0
- K	147,5	123,5	137,5	60,5	138,5
- Ca	74,0	73,0	122,5	78,5	148,5
- S	175,5	90,5	126,5	86,0	200,0
- Mg	104,0	103,5	91,5	69,0	139,0
- B	74,0	48,5	43,0	46,0	-
- Cu	94,5	62,0	74,5	61,0	-
- Fe	107,0	101,5	72,5	46,5	138,5
- Mn	-	-	99,5	63,5	145,0
- Mo	-	130,5	102,0	66,0	129,5
- Zn	-	99,0	89,5	64,0	154,5

Tabela 4 - Teor em ppm de cobre contido na matéria seca das diversas partes da planta, mostra tratamentos completo e deficiente em cobre (média de três repetições)

Partes da planta	Tratamentos	
	Completo	- Cobre
Folha do caule	50,0	11,0
Folha da haste madura	13,0	2,0
Folha da haste nova	11,0	3,0
Gavinhas	13,0	2,0
Folhas caídas	15,0	4,0

EPSTEIN (1975) citando Stout, cita que o fosfato promove grande absorção do molibdato pela planta. Altas quantidades de fósforo apresentam efeitos variáveis nas concentrações de molibdênio nas culturas (THORNE, 1957).

No presente trabalho (Tabela 7), a ausência de fósforo acusou uma tendência em aumentar o teor de molibdênio.

MALAVOLTA (1976) cita que o sulfato inibe a absorção do molibdato.

Altos teores de molibdênio encontrados no tratamento deficiente em enxofre (Tabela 7), podem ser uma evidência de inibição da absorção do molibdato pelo sulfato.

As plantas de maracujá deficientes em cobre mostraram uma tendência em aumentar o teor de molibdênio (Tabela 7), o que pode ser uma indicação de que uma alta relação Cu/Mo no substrato causa menor absorção de molibdênio (MALAVOLTA, 1976).

PAULSEN & ROTIMI (1968) relatam que altas quantidades de fósforo causaram um decréscimo na concentração de zinco e que esse decréscimo foi maior nas folhas.

Tabela 5 - Teor em ppm de ferro contido na matéria seca das diversas partes da planta em função dos tratamentos (média de três repetições)

Tratamentos	Partes da Planta					
	Folhas do caule	Folhas haste madura	Folhas haste nova	Folhas haste gavinhas	Folhas caídas	
Completo	646,0	647,3	595,7	597,3	968,7	
- N	-	113,0	-	314,5	843,7	
- P	541,3	484,0	345,7	274,3	1426,0	
- K	914,3	445,7	376,7	244,7	1273,7	
- Ca	389,7	466,0	351,0	248,3	1070,7	
- S	787,3	1895,0	316,0	212,3	490,0	
- Mg	940,0	460,3	365,7	275,7	1097,0	
- B	488,3	431,0	468,7	778,3	748,3	
- Cu	458,7	277,7	261,0	208,7	635,3	
- Fe	488,3	497,0	529,7	190,0	1077,7	
- Mn	-	224,0	446,0	243,0	977,3	
- Mo	-	739,5	969,0	278,7	1320,0	
- Zn	-	768,0	715,0	205,3	1199,3	

Tabela 6 - Teor em ppm de manganês contido na matéria seca das diversas partes da planta, em função dos tratamentos (média de três repetições)

Tratamentos	Partes da planta					
	Folha do caule	Folha haste madura	Folha haste nova	gavinhas	Folhas caídas	
Completo	37,0	31,0	31,7	23,3	59,3	
- N	-	45,0	-	28,0	60,7	
- P	60,7	29,7	55,3	29,3	75,0	
- K	69,3	32,3	26,0	18,3	76,3	
- Ca	50,0	26,3	56,7	30,7	62,3	
- S	25,7	42,0	20,9	30,3	51,0	
- Mg	36,0	20,3	19,3	30,3	51,3	
- B	79,0	39,3	35,7	36,0	46,7	
- Cu	52,7	33,7	29,3	31,3	36,7	
- Fe	46,3	30,3	35,3	21,7	87,3	
- Mn	-	11,0	14,7	20,3	34,0	
- Mo	-	56,0	53,5	24,3	65,3	
- Zn	-	50,5	55,5	21,0	59,3	

Tabela 7 - Teor em ppm de molibdênio contido na matéria seca das diversas partes da planta, em função dos tratamentos (uma repetição)

Tratamentos	Partes da planta					
	Folha do caule	Folha haste madura	Folha haste nova	gavinhas	Folhas sadias	
Completo	0,95	0,49	1,04	0,23	1,37	
- N	-	2,27	1,74	0,64	2,15	
- P	0,46	1,33	1,00	0,24	1,44	
- K	0,98	1,36	1,54	0,52	1,62	
- Ca	0,87	0,85	0,66	0,29	1,60	
- S	2,41	2,15	2,31	0,84	1,93	
- Mg	0,42	0,63	0,29	0,15	0,21	
- B	1,09	0,87	0,94	0,59	2,23	
- Cu	1,29	1,49	0,33	0,39	1,28	
- Fe	1,31	1,33	1,35	0,37	1,43	
- Mn	1,76	0,42	1,41	0,45	1,18	
- Mo	-	0,27	0,52	0,15	1,16	
- Zn	1,04	1,61	1,35	0,29	1,07	

Tabela 8 - Teor em ppm de zinco contido na matéria seca das diversas partes da planta, em função dos tratamentos (média de três repetições)

Tratamentos	Partes da planta					
	Folha do caule	Folha haste madura	Folha haste nova	gavinhas	Folhas caídas	
Completo	58,7	55,0	57,7	28,3	63,3	
- N	-	96,0	-	43,0	79,0	
- P	51,3	47,0	51,7	25,3	67,5	
- K	70,0	62,7	58,3	20,0	77,3	
- Ca	44,7	59,3	52,7	32,7	86,3	
- S	60,7	129,0	69,0	35,0	41,3	
- Mg	33,3	44,3	45,0	26,3	46,3	
- B	43,3	35,0	44,0	24,7	53,0	
- Cu	25,7	22,7	26,0	21,7	51,7	
- Fe	36,3	44,3	33,7	15,3	74,7	
- Mn	-	46,5	97,0	34,7	92,7	
- Mo	-	57,0	57,5	26,0	83,3	
- Zn	-	61,5	65,0	24,0	90,0	

Tabela 9 - Teores relativos dos micronutrientes nos tratamentos deficientes correspondentes

Partes da planta	Teor relativo do tratamento deficiente correspondente (completo=100)					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Folhas do Caule	64	22	76	-	-	-
Folhas da haste madura	39	15	77	35	55	112
Folhas da haste nova	38	27	55	46	50	113
Gavinhas	51	15	32	87	65	85
Folhas caídas	-	27	111	57	85	142

BROWN & TIFFIN (1962) e WARNOCK (1970) constataram que doses crescentes de fósforo no meio acentuam a deficiência do zinco.

Segundo MALAVOLTA & LOPES GOROSTIAGA (1974), o excesso de fósforo no meio pode induzir a deficiência de zinco.

BINGHAM (1963) e BOAWN *et alii* (1954) relatam que não encontraram nenhum efeito do fósforo na absorção do zinco.

Observando-se os dados da Tabela 8, para as folhas parece não ter havido influência da omissão do fósforo na absorção de zinco pela planta.

Através dos dados obtidos (Tabela 9), verificou-se que as partes da planta que provavelmente refletem melhor o seu estado nutricional para cada micro elemento em estudo são: folhas da haste madura; cobre, manganês; folhas da haste nova - boro e molibdênio; gavinhas - cobre, ferro e zinco.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa possibilitou as seguintes conclusões:

1. o estudo das deficiências dos micronutrientes estudados mostra um efeito acentuado do cobre no crescimento das plantas de maracujá.
2. os níveis adequados dos micronutrientes nas folhas de maracujá amarelo nas condições de ensaio são:

B - 112,5 ppm	Fe - 597,3 ppm	Mo - 1,04 ppm
Cu - 13,0 ppm	Mn - 31,0 ppm	Zn - 28,3 ppm
3. as partes da planta de maracujá amarelo que melhor refletem seu estado nutricional para cada micronutriente estudado são:

Boro - folhas da haste nova

Cobre - folhas da haste madura e gavinhas

Ferro - gavinhas

Manganês - folhas da haste madura
Molibdênio - folhas da haste nova
Zinco - gavinhas.

SUMMARY

STUDIES ON MINERAL NUTRITION OF PASSION-FRUIT.
VII - EFFECTS OF MICRONUTRIENTS ON GROWTH AND MINERAL
COMPOSITION OF THE PLANTS

The present research had the following goals:

- (1) to assess the effect of mineral deficiencies on early growth and mineral composition of the several plant organs;
- (2) to obtain analytical data which would permit to distinguish between healthy and deficient plants.

The conclusions obtained are as follows:

1. growth was affected primarily by the deficiency of Cu. The lack of B, Fe, Mo, Mn and Zn had less effects.
2. the following leaf values for healthy plants were obtained: B - 112,5 ppm; Cu - 13,0 ppm; Fe - 597,3 ppm; Mn - 31,0 ppm; Mo - 1,04 ppm; Zn - 28,3 ppm.
3. The nutritional status of the plants seems to be revealed better in the following organs: leaves of mature stem: Cu, Mn; leaves of the developing stem: B, Mo; new vines: Cu, Fe and Zn.

LITERATURA CITADA

- ABANTO, M.A., 1970. Algunas alteraciones fisiológicas y morfológicas em "maracujá" (*Pasiflora edulis*) causadas por deficiências de algunos elementos esenciales. Turrialba. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas

- de la OEA, Centro de Ensenanza e Investigacion, 97p. (Tese de Mestrado).
- BINCHAM, F.T., 1963. Relation between phosphorus and micro-nutrients in plants. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 27: 389-391.
- BOAWN, L.C.; VIETZ JR., F.G.; GRAWFORD, C.L., 1954. Effect of phosphate fertilizers on zinc nutrition of field beans. Soil Science 78(1): 1-7.
- BROWN, J.C.; TIFFIN, L.O., 1962. Zinc deficiency and iron chlorosis dependent on the plant species and nutrient balance in Tulare clay. Agron. J. 54(4): 356-358.
- CARVALHO, A.M., 1967. Cultura do maracujã. Mundo Agrícola 16 (184): 11-18.
- EPSTEIN, E., 1975. **Nutrição mineral das plantas, princípios e perspectivas**, tradução e notas de E. Malavolta, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, Ed. Univ. São Paulo, 341p.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BORDUCCHI, A.S.; SARRUGE, J.R., 1973. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujã. An Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 30: 267-269.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Circular Calif. Agric. Exp. Sta. nº 347, 32p.
- JOHNSON, C.M.; ULRICH, A., 1959. Analytical methods for use in plant analysis. Bull. California Agr. Exp. Sta. (766): 25-78.
- MALAVOLTA, E., 1956. **Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 528p.
- MALAVOLTA, E.; LOPES GOROSTIAGA, O., 1974. Studies of the zinc phosphate relationship in plants. Proc. of 7th International

- Colloquium on Plant Analysis and fertilizer Problems, Hanover, p.261-272.
- PAULSEN, G.M.; ROTIMI, A.O., 1968. Phosphorus zinc interaction in two soybean varieties differing in sensitivity to phosphorus nutrition. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **32**: 73-76.
- PIZA JR., C.T., 1966. **Cultura do maracujá. Uma revisão bibliográfica**, São Paulo. Secretaria da Agricultura, Depto. de Produção Vegetal, 102p. (Série Boletim Técnico, 5).
- REEVE, E.; SHIVE, J.W., 1944. Potassium, boron and calcium boron relationships in plant nutrition. Soil Sci. **57**: 1-14.
- SANTOS, E., 1967. Do maracujazinho ao maracujá melão todos tem serventia. Agricultura e Pecuária, Rio de Janeiro, **38** (521).
- THORNE, D.W., 1957. Zinc deficiency and its control. Advances in Agronomy **9**: 31-65.
- WARNOCK, R.E., 1970. Micronutrient uptake and mobility within corn plants (*Zea mays* L.) in relation to phosphorus induced zinc deficiency. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **34**: 765-769.

COMPOSIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO:

JORGE LUIZ DIORIO

PIRACICABA - SP