

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, janeiro de 1965

N.º 4

DEFICIÊNCIAS MINERAIS NAS FÔLHAS INDUZIDAS POR MOLÉSTIAS E PRAGAS (1)

A. S. COSTA e ANA MARIA B. CARVALHO, *engenheiros-agrônomos, Seção de Virologia,
Instituto Agrônômico*

RESUMO

Certas moléstias de vírus e o efeito fitotóxico provocado por toxinas de alguns insetos influenciam a composição mineral das fôlhas de plantas afetadas. As alterações provocadas podem se assemelhar a deficiências minerais puramente nutricionais e, em certos casos, há realmente menor teor do elemento associado aos sintomas da moléstia.

A aplicação do elemento faltante nos casos citados não provoca geralmente recuperação dos tecidos afetados, com exceção da deficiência de zinco associada à infecção de citros pela tristeza. É sugerido que a resposta à aplicação do elemento em deficiência dependerá de ser ou não esta, sintoma primário ou secundário da moléstia.

É salientado que as recomendações sôbre adubação, baseadas nos resultados da diagnose foliar, deverão sempre considerar a possibilidade de não serem as deficiências constatadas resultantes sempre da falta de disponibilidade do elemento no solo, mas, possivelmente, da interferência de fatores como a infecção por vírus, ação de toxina de inseto etc..

1 — INTRODUÇÃO

Uma das finalidades principais da diagnose foliar é estabelecer correlações entre o estado de nutrição da planta e a disponibilidade de elementos nutritivos do solo em que ela cresce. Baseado nos resultados da diagnose foliar, poderá ser avaliado se o solo é deficiente em certos elementos essenciais às plantas e corrigir o estado de nutrição das culturas que nêle crescem, pela adição dos elementos faltantes, ao solo ou diretamente à própria planta.

É sabido, hoje em dia, que a composição química das fôlhas de uma planta, embora seja, na maioria dos casos, espelho das disponibilidades do solo, integradas com as características do clima, pode, muitas vêzes,

(1) Recebido para publicação em 9 de outubro de 1964.

representar falso quadro devido à interferência de fatores estranhos ao complexo planta-solo-clima. Dos fatores que podem interferir no metabolismo da planta, alterando a sua composição química, vamos tratar de dois que caem na esfera dos trabalhos conduzidos na Seção de Virologia do Instituto Agronômico de Campinas: as moléstias de vírus e o efeito, sobre a planta, da alimentação de certos insetos. A interferência desses fatores sobre o metabolismo da planta é freqüentemente de caráter generalizado nas plantações, o que tem auxiliado a se confundir esse efeito com o de fenômenos puramente nutricionais.

2 — MOLÉSTIAS DE VÍRUS

Já é conhecido há tempo que muitas moléstias de vírus provocam alterações na coloração e na conformação normais das plantas, que se assemelham às resultantes de deficiências nutritivas. Em muitos casos tem sido comprovado que essas alterações visíveis correspondem a deficiências de determinados elementos essenciais às plantas, que podem ser constatadas pela análise foliar comparativa de plantas afetadas e sadias. Tais deficiências não resultam, então, da falta de disponibilidade dos elementos no solo, mas sim, do metabolismo anormal da planta afetada, que impede que esta aproveite os elementos que se encontram disponíveis no solo.

As modificações provocadas pelas moléstias de vírus na nutrição das plantas afetam os macro e os microelementos. Alguns casos dessa interferência já são conhecidos há muito tempo.

2.1 — MACROELEMENTOS

Magnésio — A infecção da beterraba açucareira pelo vírus do amarelo (13) induz clorose internerval das folhas semelhante à da deficiência de magnésio. A análise dessas folhas mostrou, porém, que há quantidade ligeiramente maior de magnésio na folha afetada do que na sadia (11).

Em São Paulo, há, pelo menos, dois casos bem freqüentes de vírus que induzem o aparecimento de sintomas de deficiências foliares semelhantes aos de fome de magnésio: O vírus do vermelhão do algodoeiro

(2, 8) (figura 1-C) e o do tópo amarelo da fôlha baixeira do tomateiro (1, 3, 4) (figura 1-A).

No caso do vermelhão do algodoeiro, as análises comparativas efetuadas em laboratórios do Instituto Agronômico revelaram que há, realmente, menor teor de Mg nas fôlhas afetadas, quando comparadas com as sadias. Os resultados de algumas dessas análises estão no quadro 1.

QUADRO 1. — Resultados da análise foliar de algodoeiros afetados pelo vermelhão de vírus e sadios, comparáveis

Número do teste (1)	Número de plantas	Porcentagem na matéria sêca do elemento indicado em plantas sadias e afetadas					
		MgO		K ₂ O		CaO	
		Sadias	Afetadas	Sadias	Afetadas	Sadias	Afetadas
1	4	0,98	0,70	3,25	2,84	5,01	4,72
2	6	1,31	1,10	1,60	1,41	6,10	4,94
3	6	0,94	0,81	2,25	2,01	5,50	5,41
4	5	1,06	0,61	2,02	1,83	4,45	3,03
5	5	1,03	0,81	1,92	1,53	4,83	3,66
Média		1,06	0,81	2,21	1,92	5,18	4,35
Redução provocada pela moléstia		23,0%		13,1%		16,0%	

(1) Amostras de 1 a 3 analisadas na Seção de Fertilidade do Solo; 4 e 5, no Laboratório de Análise Foliar (Projeto cooperativo entre o Instituto Agronômico e o IBEC).

Nos casos examinados, o teor de magnésio em fôlhas com vermelhão foi, em média, 23 por cento menor que em fôlhas comparáveis, de plantas sadias. Houve também pequena redução no teor de cálcio.

O tópo amarelo e o amarelo das fôlhas baixejas do tomateiro, são causados por estirpes ligeiramente diferentes do complexo do vírus do enrolamento da fôlha da batatinha, como ocorre naturalmente no Estado de São Paulo. As duas moléstias são praticamente idênticas nos sintomas que causam nas fôlhas baixejas do tomateiro, mas a primeira tem

a particularidade de também induzir sintomas severos no tpo da planta, enquanto que a segunda não provoca alteração notável, embora o vírus causador esteja presente nos tecidos do tpo.

Nas fôlhas baixeras do tomateiro, provocam essas duas moléstias o aparecimento de áreas amareladas, principalmente no espaço entre as nervuras. Os sintomas se assemelham bastante àqueles da falta de magnésio puramente nutricional. A análise das fôlhas afetadas e normais comparáveis mostrou que também nestes casos há realmente menor teor de magnésio nos tecidos afetados. Os resultados estão no quadro 2.

QUADRO 2. — Resultados da análise foliar de tomateiros normais e afetados pelo amarelo da fôlha baixaira

Amostra (¹)	Resultados médios da análise de 5 pares de plantas							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu
	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
Fôlhas sdrias, contrôle ..	3,03	0,32	3,83	3,72	0,58	229	357	401
Fôlhas com amarelo	2,69	0,24	3,70	3,01	0,46	278	283	449
Redução ou aumento porcentual provocados pela moléstia	-11	-25	-3	-19	-20	+21	-20	+12

(¹) Amostras analisadas no Laboratório de Análise Foliar pelo Dr. J. Romano Gallo.

As análises mostram que também outros elementos minerais constituintes dos tecidos foliares têm o seu teor alterado em virtude da infecção pela moléstia.

Fósforo — Muito capins, quando infetados por certas moléstias de vírus, mostram sintomas do tipo vermelhão que se assemelham aos resultantes de deficiências de fósforo no solo. Também o milho, quando infetado pelo vírus causador do definhamento, mostra avarmelhamento das fôlhas fcilmente confundível com a deficiência de fósforo na mesma planta. Em muitos desses casos ainda não foi verificado se há

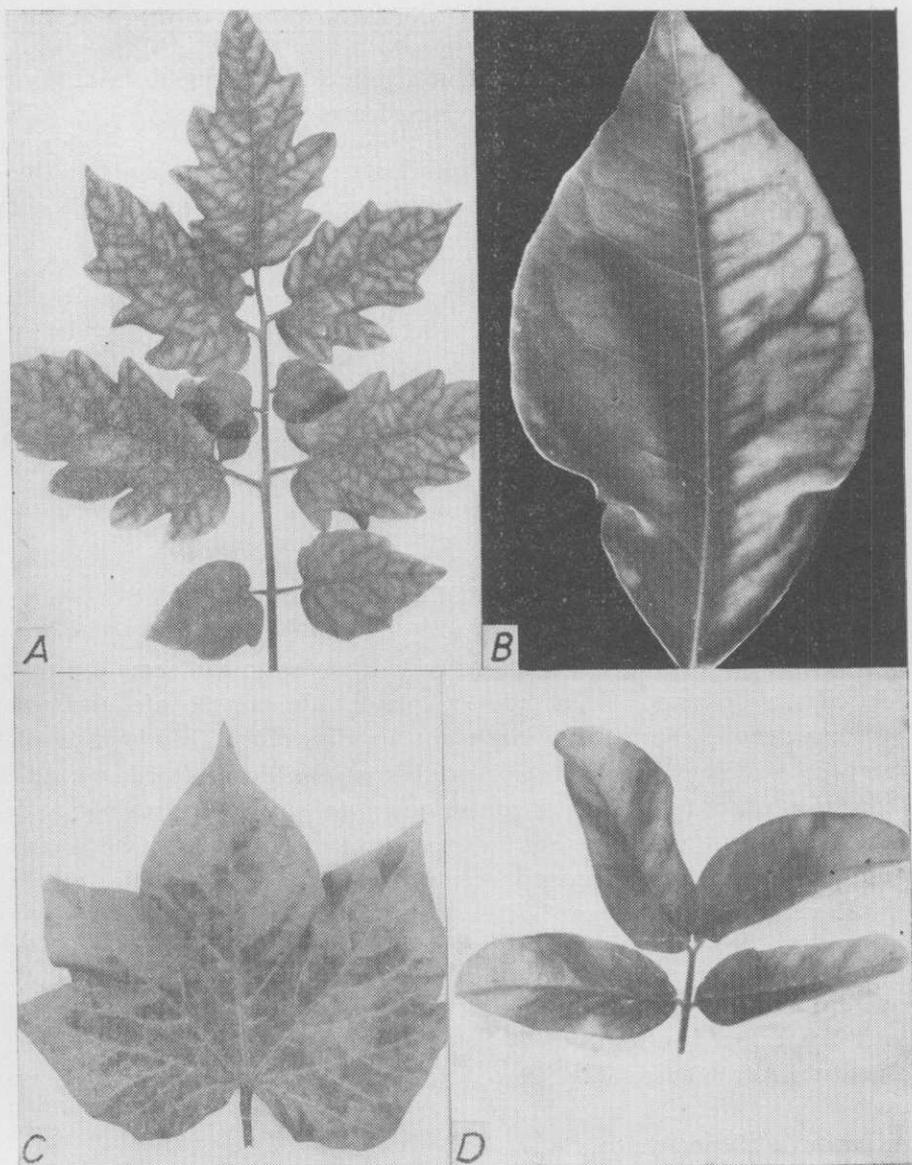


FIGURA 1. — Sintomas semelhantes a deficiências foliares, causados por moléstias de vírus e toxinas de insetos. A — Fôlha de tomateiro com sintomas de amarelo baixo causado por vírus; B — Fôlha de laranjeira Péra com sintomas de deficiência de zinco intensificados pela tristeza. A metade esquerda tinha sido tratada anteriormente (40 dias) com sulfato de zinco a 1%, por fricção, com auxílio de carborundo; C — Fôlha de algodoeiro com sintomas de vermelhão de vírus; D — Fôlha de amendoim com clorose distal dos folíolos e outros sintomas associados aos efeitos da alimentação da cigarrinha verde (*Empoasca*). Sintomas semelhantes à deficiência de manganês nutricional.

correlação entre a aparente deficiência induzida pela moléstia de vírus e o menor teor do elemento correspondente nos tecidos.

Azoto — Muitos dos vírus causadores de moléstias do tipo mosaico provocam ligeira clorose das folhas que pode ser confundida com os sintomas de deficiência de azoto.

Potássio — Uma redução no teor de potássio foi verificada no caso de copas de laranjeira-baianinha infetada pela exocorte, quando enxertadas em cavalo de limão-cravo, que é intolerante à moléstia (9). Na Inglaterra, foi determinado (11) que a infecção da beterraba pelo vírus do amarelo reduz o teor de potássio nas folhas. Também uma ligeira redução no teor deste elemento foi verificada em folhas de algodoeiro com vermelhão (2).

2.2 — MICROELEMENTOS

Zinco — Um aumento na severidade de sintomas semelhantes à deficiência de zinco, foi notado em plantas de pomelo afetadas pela tristeza quando comparadas com plantas sadias (10). Também foi observado o mesmo fenômeno em laranjeiras Pêra de pé franco afetadas com o «stem-pitting». Verificou-se que a deficiência era realmente de zinco e, ao contrário dos casos anteriormente relatados, havia resposta à aplicação local desse elemento, recuperando os tecidos tratados a coloração verde normal (figura 1-B).

Manganês — Determinações da composição química mineral de plantas de laranja-doce enxertadas em laranja-azéda, sadias e afetadas pela tristeza, foram feitas no Laboratório da Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônomo (12). A redução no teor de manganês nas folhas das plantas afetadas, quando comparado com o das folhas sadias, foi superior a 50 por cento.

3 — INSETOS

Ao se alimentarem em suas plantas hospedeiras, alguns insetos sugadores não só retiram as substâncias que utilizam como alimentos, como também, podem introduzir outras que atuam como toxinas para os tecidos da planta. Tais insetos são comumente chamados toxicogê-

nicos, podendo induzir alterações na composição mineral das plantas, não relacionadas com a nutrição normal.

Uma espécie de cigarrinha do gênero *Empoasca*, provavelmente *E. Krameri* Ross & Moore, provoca clorose ao longo das nervuras e o aparecimento de manchas amareladas na extremidade distal dos folíolos do amendoim que, mais tarde, podem se tornar necróticas (figura 1-C).

Foi verificado, na Seção de Virologia do Instituto Agrônomo, que bastam de cinco a dez cigarrinhas por planta para provocar o aparecimento dos sintomas descritos (5).

Na literatura, o amarelecimento da extremidade distal dos folíolos do amendoim e posterior necrose são atribuídos à deficiência de manganês. Quando se procedeu à análise das fôlhas com sintomas induzidos pela alimentação da cigarrinha, verificou-se que, também nesse caso, havia deficiência de manganês quando comparada com a de fôlhas sadias. Os dados dessas análises estão no quadro 3.

QUADRO 3. — Resultados da análise foliar de amendoim infestado pelo cigarrinha *Empoasca Krameri* e da testemunha

Amostra (1)	Teores de elementos, indicados pela análise foliar					
	N	P	K	Ca	Mg	Mn
	%	%	%	%	%	ppm
Folíolos com manchas amarelas	2,83	0,174	1,15	0,88	0,24	75
Folíolos normais	3,55	0,246	1,65	1,60	0,37	142
Redução porcentual provocada pelo efeito fitotóxico	20,3	29,3	30,3	45,0	35,1	47,2

(1) Amostras analisadas no Laboratório de Análise Foliar pelo Dr. J. Romano Gallo.

A redução no teor de manganês nas fôlhas com sintomas de fitotoxicidade foi de 47 por cento, mas houve redução também em outros elementos.

A mesma espécie de cigarrinha provoca efeitos fitotóxicos em feijoeiros que podem se assemelhar às deficiências de potássio. Mas, no

caso de feijocíro, não se efetuou a análise comparativa de folhas afetadas e normais, não se podendo afirmar se havia ou não alteração no teor desse elemento como consequência do efeito fitotóxico do inseto.

4 — MECANISMO

Praticamente, nada se sabe do mecanismo operante no processo ou processos pelos quais as moléstias de vírus ou toxinas de insetos podem influenciar a composição mineral das plantas afetadas. A alteração na permeabilidade das membranas celulares poderia modificar a razão de absorção pelas raízes ou fixação dos elementos nas folhas. Por outro lado, a necrose do floema, que está presente no caso de certas moléstias de vírus, poderia dificultar certas trocas e influenciar desfavorável e indiretamente a ascensão dos elementos minerais em questão. No caso da tristeza dos citros, há morte das radículas quando o cavalo é laranja-azêda com copa de laranja-doce. É possível que também no caso da laranja Péra de pé fraco haja certo deterioramento das raízes que leva à menor absorção do zinco.

5 — CONTRÔLE DAS DEFICIÊNCIAS FOLIARES ASSOCIADAS AS MOLÉSTIAS DE VÍRUS

Na maioria dos casos em que tem sido tentada, aplicação do elemento deficiente à planta infetada não tem provocado resposta favorável, com a consequente recuperação e desaparecimento dos sintomas de deficiência. Isso já foi verificado para o vermelhão do algodoeiro e amarelo das folhas baixas do tomateiro. No caso dessas duas moléstias, em que há sintomas de deficiência de magnésio e mesmo menor teor desse elemento nas folhas das plantas afetadas, não deu resultado a aplicação de magnésio nas raízes, nem na parte aérea. Esse fato foi verificado em numerosas experiências realizadas em estufa com o algodoeiro e com o tomateiro. No caso desta última planta, esses resultados têm sido confirmados por numerosas observações feitas em plantações particulares. Mesmo aqueles lavradores que aplicam doses elevadas de magnésio na ocasião do plantio, seguidas de outras sob a forma de pulverização, não conseguem evitar a manifestação dos sintomas da deficiência de magnésio associados ao amarelo quando a moléstia está presente na plantação.

O caso da deficiência de zinco associada à tristeza do pomelo e de laranja Pêra parece ser diferente. Aplicações de zinco efetuadas pela técnica de meia-folha (6, 7) induziram reação notável, provocando a recuperação da meia-folha tratada à sua coloração verde normal.

É difícil explicar a diferença entre casos de moléstias de vírus em que não há resposta à aplicação do elemento em deficiência, quando comparados com aqueles em que essa resposta ocorre. Poder-se-ia, talvez, especular que, no primeiro caso, resulta de um efeito primário da moléstia, atuante nos tecidos em que a deficiência se manifesta, mesmo que recebam adições do elemento faltante. No outro caso, os sintomas seriam secundários, resultando de um efeito da moléstia longe do local onde se manifestaram os sintomas, permitindo, isso, a resposta favorável quando a aplicação do elemento em deficiência é feita nos tecidos afetados.

Os exemplos aqui mencionados representam apenas pequena amostra dos casos em que a diagnose foliar, seja visual ou baseada na análise química, poderia fornecer informações enganadoras se fôsse interpretada apenas como representando interações entre o solo e a planta, ou seja, falta de disponibilidade no solo do elemento julgado deficiente. Qualquer recomendação baseada na diagnose foliar terá que levar em conta a possível interferência dos fatores que provocam distúrbios na nutrição normal da planta.

LEAF DEFICIENCIES ASSOCIATED WITH VIRUS INFECTION OR INSECT TOXIN

SUMMARY

Virus diseases or the toxicogenic effect induced by insect feeding influence the mineral content of affected plants. Some of the changes induced result in leaf deficiencies similar to those associated with lack of the available element in the soil.

Application of the lacking element in most cases does not promote a favorable response with exception of the zinc deficiency associated with tristeza infection in citrus. It is suggested that the negative or positive response might depend on the symptom being primary or secondary.

It is pointed out that fertilizer recommendations based on foliar diagnosis should always take into consideration that the deficiencies encountered are not necessarily the result of lack of the available element in the soil, but sometimes of the interference of virus diseases, insect toxins, and other factors.

LITERATURA CITADA

1. COSTA, A. S. Duas novas moléstias de tomateiro em São Paulo. *Biológico* 15:79-81. 1949.
2. ———. Anthocyanosis, a virus disease of cotton in Brazil. *Phytopathologische Z.* 28:167-186. 1956.
3. ——— & CARVALHO, ANA MARIA B. Estudos sôbre o tópo amarelado do tomateiro. *Arch. Inst. Biol. (São Paulo)* 28:71-83. 1961.
4. ——— & ———. Pimentão, berinjela e jiló, maus vizinhos do tomateiro. *Copercotia*, fevereiro 1962.
5. ———, ———, ROCHA, J. L. V. & TELLA, ROMEU. Amarelecimento terminal do folíolo do amendoim, causado por cigarrinha. *Bragantia* 19: CLXXIII-CLXXVIII. 1960.
6. ——— & FRANCO, C. M. A virus technique useful to diagnose foliar deficiencies. *Plant Physiology* 26:625-628. 1951.
7. ——— & MENDES, J. E. TEIXEIRA. Clorose das fôlhas do cafeeiro excelsa. *Bragantia* 11:[223]-226. 1951.
8. ——— & SAUER, H. F. G. Vermelhão do algodoeiro. *Bragantia* 13: 237-246. 1954.
9. GALLO, J. ROMANO, MOREIRA, SYLVIO, RODRIGUES, ODY & FRAGA, CONSTANTINO G. (Jr.). Influência da variedade e do porta-enxêrto na composição mineral das fôlhas de citrus. *Bragantia* 19:[308]-318. 1960.
10. GRANT, T. J. & COSTA, A. S. Investigações sôbre tristeza dos citrus. 6. Sintomas de deficiência. *Bragantia* 10:[56]-57. 1950.
11. HALE, J. B. & WATSON, M. A. Some causes of chlorosis and necrosis of sugar-beet foliage. *Ann. Biol.* 33:13-28. 1946.
12. PAIVA, J. E. (neto) & CATANI, R. A. Composição química mineral de plantas sadias e afetadas pela tristeza. *Bragantia* 10:[57]-58. 1950.
13. WATSON, M. A. Sugar-beet yellows virus. A preliminary account of experiments and observations on its effect in the field. *Ann. appl. Biol.* 29:358-365. 1942.