

ESTUDOS SÔBRE A ALIMENTAÇÃO MINERAL DO CAFEEIRO. XXVI.
EFEITOS DE DEFICIÊNCIAS MÚLTIPLAS NO ASPECTO,
CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL.
(Nota preliminar)¹

H.P. Haag²
J.R. Sarruge²
P.N. Camargo²
E. Malavolta²

RESUMO

Foi estudado o efeito das deficiências de nitrogênio, potássio, boro e zinco, isoladas ou combinadas de diversos modos no cafeeiro cultivado em solução nutritiva.

Além das descrições dos sintomas de deficiência foram feitas análises químicas dos diversos órgãos das plantas; verificou-se também o efeito das deficiências no crescimento.

INTRODUÇÃO

Os sintomas de deficiência mineral nas plantas podem ser definidos como alterações morfológicas que resultam de uma lesão bioquímica provocada pelo baixo nível de um ou mais nutrientes nas células. Do ponto de vista prático constituem um meio de se verificar falta relativa de nutrientes no solo, o que dá indicações para a adubação.

É abundante a literatura sobre deficiências minerais em diversas culturas, inclusive no cafeeiro (veja-se MALAVOLTA et al., 1967). De um modo geral, porém, os estudos se limitam aos efeitos da falta de um elemento de cada vez, condição que não ocorre necessariamente no campo. Seja devido à falta real no solo, seja por causa da maneira pela qual condições de meio afetam igualmente a disponibilidade de mais de um elemento,

¹ Recebido para publicação em 14/11/69; realizado com ajuda financeira da Fundação Rockefeller, CAPES, CNPq e IBC.

² Cadeira de Química Biológica, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

é válido admitir que muitas vezes ocorrem a um tempo deficiências de mais de um nutriente, ou seja, deficiências múltiplas. Dessa forma poderão ocorrer complicações no quadro sintomatológico, o que dificultará ou impossibilitará o diagnóstico visual. Neste particular são muito poucos os trabalhos existentes na literatura disponível. No caso do cafeeiro é conhecida a contribuição de LOPEZ et al. (1964).

Nas condições brasileiras são mais frequentes nas condições de campo as seguintes deficiências minerais no cafeeiro: nitrogênio, potássio, boro e zinco. O presente trabalho teve a finalidade de se estudar, em condições controladas, os efeitos das deficiências isoladas e combinadas desses quatro nutrientes.

MATERIAL E MÉTODO

1. Crescimento das plantas

Mudas de cafeeiro da variedade Mundo Novo, previamente cultivadas em laminado, com sete pares de folhas, foram transferidas para vasos contendo quartzo moído aos quais, durante um mês, forneceu-se solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON (1950) de acordo com a técnica descrita por MALAVOLTA et al. (1963). Findo esse período inicial passou-se a fornecer a mesma solução completa ou com as omissões correspondentes dos tratamentos desejados.

As plantas foram pulverizadas com inseticida clorado para combater "bicho mineiro", cochonilha verde e parda.

O ensaio teve 6 meses de duração.

Os tratamentos usados com duas repetições foram os seguintes: completo, sem Nitrogênio (-N), sem Potássio (-K), sem Boro (-B), sem Zinco (-Zn), -NK, -NB, -NZn, -NKB, -NKZn, -NKBZn, -KB, -KZn.

2. Observações

Os sintomas foram descritos e registrados em fotografias.

3. Análise química

Terminado o ensaio as diversas partes da planta foram separadas, secas, pesadas e moídas.

O nitrogênio foi determinado por semi micro Kjeldahl;

o fósforo foi dosado colorimetricamente pelo método do meta-vanadato no extrato nítrico perclórico: no mesmo extrato determinou-se o enxofre por gravimetria: o potássio foi dosado por fotometria de chama: os demais elementos, exceto o boro, foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica: o boro foi dosado pelo colorimetria com curcumina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Crescimento

Os dados médios de crescimento, medindo pela altura das plantas, pelo número de folhas e pelo peso da matéria seca no fim do ensaio aparecem no Quadro 1. Tomando-se o peso do material seco como índice mais seguro do crescimento, verifica-se que os tratamentos influenciaram-no de modo a dar a seguinte ordem decrescente:

Completo > -K ≈ -KZn > -B > -Zn > -KB > -NK > -NZn > -NKB >
> -NKBZn > -NKZn > -N ≈ -NB

2. Sintomas de deficiência

Tratamento -N

Plantas intensamente cloróticas, com caule fino. Folhas inferiores: ápice seco, marrom; clorose no limbo e nervuras. Folhas superiores: clorose internerval: nervuras mais verdes na base das folhas; ápice seco; necrose marginal unilateral com deformação nos bordos.

Tratamento -NK

Plantas estioladas com ramos somente nos dois nós subterminais. Folhas inferiores: não têm ápice seco: clorose no limbo e nervuras; grandes faixas necróticas marginais que atingem o ápice. Folhas médias: sintomas mais pronunciados que as de base ou de ponta da planta: caem facilmente. Folhas superiores: necrose marginal do ápice para a base: ápice seco com manchas necróticas marginais, confluentes: nervuras verdes, clorose internerval.

Nessas plantas observou-se, pois, a clorose típica devida à falta do nitrogênio e o padrão clássico da deficiência de potássio: um sintoma não mascarou o outro.

Tratamento -NB

Plantas cloróticas com caule fino. Folhas inferiores: folhas cloróticas e coriáceas. Folhas superiores: limbo e nervuras amareladas. Paralisação do crescimento da gema prin-

cipal: desenvolvimento dos ramos do n^o sub-apical que ultrapassa o ápice principal. Fendilhamento longitudinal na base do caule: suberificação nos entren^{os} correspondentes às folhas mais clor^{óticas}. Pronunciado encurtamento dos entren^{os} (ver -NKBZn e -B).

Nota-se a ausência de sintomas foliares típicos da carência de boro, ao que parece mascarados pela clorose nitrogenada. A deficiência de boro se manifestou de modo independente apenas na paralização do desenvolvimento terminal, no aspecto coriáceo das folhas, no encurtamento dos intern^{ódios} e nas lesões longitudinais da base do caule. Houve, portanto, dominância quase completa da deficiência de nitrogênio.

QUADRO 1 - Dados médios de crescimento

Tratamento	Altura cm	Número de folhas	Pêso material sêco g
Completo	53	144	53
- N	32	33	8
- NK	32	31	16
- NKB	34	40	12
- NKBZn	33	28	10
- NKZn	33	38	9
- K	57	106	45
- KB	42	-	20
- KZn	56	109	44
- B	48	86	35
- Zn	49	106	25
- NB	31	37	8
- NZn	37	43	15

Tratamento -NZn

Plantas clor^{óticas}. Folhas inferiores: clor^{óticas}, coriáceas, com ápice sêco. Folhas superiores: clor^{óticas} com numerosas partes necr^{óticas} esparsas da região média para a base. Caule: encurtamento de intern^{ódios}; entren^{os} com suberização e estrangulamento.

Predominaram nas folhas os sintomas de deficiência de nitrogênio não se tendo notado o quadro característico da falta de zinco nas folhas novas como foi descrito por MALAVOLTA et al. (1961) em solução nutritiva.

Tratamento -NKB

Plantas cloróticas com caule fino. Fôlhas inferiores: amareladas com ápice sêco, coriáceas; fôlhas medianas: clorose menos acentuada; manchas cloróticas irregulares; fôlhas superiores: necrose apical encarquilhante que progride pela margem para a base da fôlha.

Neste tratamento distinguem-se, pois, lado a lado: clorose devido à deficiência nitrogenada, necrose do ápice e margem causada pela falta de potássio; malformação das fôlhas novas, necrose apical provida pela carência de boro.

Tratamento -NKZn

Plantas cloróticas, caule fino, pouco ramificadas. Fôlhas inferiores: clorose internerval progredindo até clorose total incluindo nervuras; manchas necróticas marginais transversais em "V" no ápice das nervuras. Fôlhas medianas: mesmos sintomas. Fôlhas novas: estreitas, oblíquas assimétricas, com ápice reentrante ou não, com clorose progredindo para a base. Nota-se pois: sintomas de carência de nitrogênio particularmente evidente nas fôlhas velhas, enquanto nas novas aparece o quadro típico da falta de zinco; compare-se com o tratamento -NZn onde não se registrou sintoma foliar de falta de zinco. Não apareceram, porém, os sintomas de falta de K.

Tratamento -NKZn

Plantas cloróticas com caule fino. Fôlhas inferiores: intensamente cloróticas. Clorose progride para as fôlhas mais novas.

Tratamento -K

Plantas geralmente vigorosas. Fôlhas da base: ápice sêco separado do limbo por faixa amarela; clorose ao longo das nervuras. Caule com rachaduras suberificadas longitudinais.

Compare-se com as descrições dadas nos tratamentos -NK, -NKB.

Tratamento -KZn

Plantas bem desenvolvidas, mas com aspecto de murchas. Fôlhas inferiores: clorose ao longo da nervura principal irradiando-se para as laterais, com manchas necróticas avermelhadas ao lado das nervuras. Fôlhas medianas e superiores: sintomas menos marcados. Caule: sulcos longitudinais na região perto da base.

No caso presente não se obteve indicação da deficiência de K e nem da carência de Zn. Os sintomas foliares encontrados nada têm em comum com a deficiência desses dois elementos quando considerada isoladamente.

Tratamento -B

Plantas bem desenvolvidas. Fôlhas inferiores: manchas cloróticas confluentes ao longo da nervura mediana. Fôlhas novas: necrose apical progredindo para a base; as fôlhas são pequenas, deformadas, com nervuras salientes; na base do limbo pode aparecer necrose seca, progressiva, encarquilhante, caminhando para o ápice. Descorticamento progressivo do caule. Secamento ascendente dos ramos novos. Desenvolvimento de gemas axilares, brotação excessiva, folhinhas já com os sintomas.

Tratamento -Zn

Plantas bem desenvolvidas. Ramos finos, internódios mais curtos. Fôlhas inferiores inclinadas. Fôlhas novas: menos e levemente cloróticas.

Tratamento -KB

Pouca diminuição no crescimento em altura. Ausência total das gemas apicais, ocorrendo super brotação (ver -B). Sintomas típicos de carência de potássio notados nas fôlhas inferiores e medianas (ver -NK, -NKB).

3. Análise química

A composição mineral média das diversas partes das plantas é dada nos Quadros 2 a 5.

Nitrogênio

O Quadro 2 mostra que a deficiência de N afetou de modo praticamente igual o teor do elemento nas diversas partes das plantas correspondentes aos diversos tratamentos.

Potássio

A omissão de potássio da solução nutritiva, conforme se vê no Quadro 3 provocou diminuição no teor do elemento. No que tange aos elementos que foram omitidos juntamente, nota-se que: o teor de potássio nos tecidos deficientes nesse nutriente e em boro e zinco é muito parecido; quando o nitrogênio foi omitido juntamente com o potássio, devido ao efeito daquele no crescimento, deu-se um acúmulo relativo do segundo; de fato, o exame dos dados mostra que há uma mesma ordem de grandeza nos teores de potássio correspondente aos tratamentos -K, -KB e -KZn.

Boro

O Quadro 3 mostra a seguinte situação: sempre que o boro foi omitido da solução nutritiva, juntamente com o nitrogênio, elevou-se o teor de micronutriente nas folhas; isto se explica porque houve redução no crescimento o que determinou verdadeira concentração do boro previamente absorvido. Quando, entretanto, o potássio foi omitido juntamente com o boro, não houve grande redução no crescimento e por conseguinte, o teor do micronutriente baixou.

Zinco

O Quadro 5 mostra que a omissão de nitrogênio da solução nutritiva, reduzindo o crescimento, determina uma elevação no teor de zinco do tecido foliar, mesmo quando o elemento foi omitido. A carência de potássio (quando não acompanhada de falta de nitrogênio), nas mesmas condições, tem efeito oposto.

QUADRO 2 - Teor de nitrogênio, em porcentagem de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caule	Galho	Raiz
4,0	3,7	Completo 2,5	0,9	1,5	1,7
-	1,6	-N 1,2	0,5	0,7	0,8
-	1,3	-NK 1,1	0,5	0,7	0,9
-	1,4	-NB 1,2	0,6	0,8	1,0
-	1,3	-NZn 1,1	0,6	0,6	1,0
-	1,6	-NKB 1,4	0,5	0,6	1,1
-	1,5	-NKZn 1,4	0,6	0,7	1,1
-	1,4	-NKBZn 1,2	0,6	0,8	1,0

QUADRO 3 - Teor de potássio em porcentagem de matéria seca

3º e 4º pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Fólias Novas	Fólias Velhas	Caule	Galho	Raiz
3,5	3,8	Completo 3,0	1,2	2,3	2,4
0,6	0,6	-K 0,4	0,6	0,9	0,3
-	2,7	-NK 1,9	0,7	-	1,7
-	2,4	-NKB 2,0	0,9	-	1,7
-	2,6	-NKZn 2,3	0,9	-	1,3
-	2,1	-NKBZn 2,3	0,8	-	1,9
-	1,0	-KB 0,7	-	-	0,9
0,8	0,7	-KZn 0,6	0,7	0,9	0,4

QUADRO 4 - Teor de boro em partes por milhão (ppm) de matéria seca

3ª e 4ª pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Folhas Novas	Folhas Velhas	Caule	Galho	Raiz
120	120	210 -B	31	63	61
49	21	22 -NKB	21	31	39
-	221	250 -NKBZn	38	218	70
-	371	344 -NB	59	-	67
-	230	272 -KB	39	109	61
-	27	39	22	-	49

QUADRO 5 - Teor de zinco em partes por milhão (ppm) de matéria seca

3ª e 4ª pares de folhas	P A R T E D A P L A N T A				
	Folhas Novas	Folhas Velhas	Caule	Galho	Raiz
16	21	26 -Zn	12	20	26
-	16	15 -NZn	9	5	22
-	19	27 -NKZn	21	-	33
-	25	28 -NKBZn	25	-	33
-	18	32 -KZn	37	-	33
20	15	12	15	9	45

RESUMO E CONCLUSÕES

O efeito das deficiências de nitrogênio, potássio, boro e zinco, isoladas ou combinadas, foi estudado no cafeeiro cultivado na solução nutritiva, com respeito aos seguintes aspectos: crescimento, sintomas visuais, composição mineral.

As seguintes conclusões foram tiradas:

(1) os sintomas de carência de nitrogênio, potássio, boro e zinco podem ser identificados ainda que ocorram simultaneamente;

(2) o teor de um dado elemento na folha depende não apenas do fornecimento do mesmo, como também da presença ou ausência de outros;

(3) os casos de deficiência múltipla devem ser levados em conta na interpretação da análise foliar para fim de diagnóstico de estado nutricional.

SUMMARY

Young coffee plants were grown in nutrient solution from which the following elements were omitted, singly or in several combinations: nitrogen, potassium, boron and zinc. The choice of these elements was based on the high frequency of occurrence of their deficiencies under field conditions in Brazil.

The effect of single or multiple deficiencies was studied under several aspects, namely: growth, visual symptoms, mineral composition.

The following conclusions can be drawn:

(1) symptoms of deficiency of nitrogen, potassium, boron and zinc can be identified even when occurring simultaneously;

(2) the concentration of nitrogen, potassium, boron and zinc is markedly influenced by their supply in the substrate, as well as by the concentration of other elements in the medium;

(3) cases of multiple deficiency should be taken into consideration when interpreting results of leaf analysis.

LITERATURA CITADA

- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. 347.
- LOPEZ, C.A., J.F. PEREIRA & J.F. CARVAJAL, 1964. Síntomas de deficiências minerais combinadas em plantas de café (*Coffea arabica* var. *typica*). Rev. Biol. Trop. 12 : 208-223.
- MALAVOLTA, E., H.P. HAAG & C.M. JOHNSON, 1961. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. VI. Efeitos das deficiências de micronutrientes em *Coffea arabica* L., var. Mundo Novo, cultivado em solução nutritiva. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 18: 147-168.
-
- _____ & J.R. SARRUGE, 1963. Note on a sand culture technique for growing slash pine (*Pinus elliotti*) Rev. de Agric. 38: 59-61.
-
- _____, F.A.A. MELLO & M.O.C. BRASIL S9, 1967. Nutrição Mineral de Algumas Culturas Tropicais. Livraria Editôra Pioneira e Editôra da Universidade de São Paulo, São Paulo.

