

DIAGNOSE POR SUBTRAÇÃO EM GIRASSOL¹

MARA CRISTINA PESSÔA DA CRUZ², MANOEL EVARISTO FERREIRA³
e NELSON GIMENES FERNANDES⁴

RESUMO - Com o objetivo de determinar a provável causa do aparecimento de anormalidades em um campo de produção de girassol (*Helianthus annuus* L.), uma vez que a possibilidade de doenças parasíticas fora eliminada, realizou-se um ensaio de diagnose por subtração, no qual foram omitidos os nutrientes: N, K, S, B, Mo, Cu, Mn e Zn. Foi empregado solo da lavoura onde o problema havia sido detectado, um Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa. Nos tratamentos -N, -K, -S e -B foram observados sintomas de deficiência, nos quais, exceto no tratamento -S, ocorreu também significativa redução no peso da matéria seca total das plantas em relação ao tratamento completo. Não se observou exata reprodução da sintomatologia existente no campo; no entanto, deve-se considerar que, naquelas condições, havia uma interação entre os quatro elementos, bem como efeito das condições ambientais.

Termos para indexação: deficiência nutricional, matéria seca, nutrientes de plantas.

SUBTRACTION DIAGNOSIS IN SUNFLOWER

ABSTRACT - Looking for the probable causes of the appearance of abnormalities in a sunflower crop (*Helianthus annuus* L.), once the possibility of a parasitic disease had been eliminated, a diagnostic test was done by subtraction, wherein the plant nutrients N, K, S, B, Mo, Cu, Mn and Zn were omitted. A sandy-phase dark-red latosol from the farm where the problem had been observed was used. In the -N, -K, -S and -B treatments, deficiency symptoms appeared in which (except for -S treatment) also a significant reduction in the total dry water weight occurred, as related to the complete treatment. Those symptoms did not match the field deficiency symptoms. However, it is postulated that the cause of the symptoms observed in the field may lie in the interaction among these four nutrients.

Index terms: nutritional deficiency, dry matter, plant nutrients.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa com grandes perspectivas de mercado. Em âmbito nacional, ainda ocupa lugar de pouco destaque, embora, nos últimos anos, o interesse pela sua produção tenha aumentado bastante. Devido à intensificação do cultivo, alguns problemas têm surgido, e a busca de soluções é fundamental para que a expansão da cultura possa prosseguir.

Num campo de girassol para a produção de híbridos, na região de Jaboticabal, SP, observou-se, em uma das linhagens, que as plantas apresentavam acentuada redução no crescimento, resultando em plantas de porte baixo com folhas menores que

o normal e limbo foliar de cor escura, às vezes, com tons levemente arroxeados, e bordos voltados para baixo. As plantas apresentavam capítulos bastante pequenos e sem valor comercial. Abrindo-se a haste próximo ao capítulo podia-se observar, em algumas plantas, uma necrose da medula que se estendia por alguns centímetros. Exames e isolamentos a partir dessas áreas necróticas, bem como de outras partes da planta, não revelaram a presença de microrganismos patogênicos, sugerindo poder tratar-se de distúrbio nutricional.

A cultura do girassol extrai do solo uma quantidade de nutrientes geralmente superior à extraída pela maioria das plantas cultivadas. Apesar disso, nos ensaios realizados no Brasil, nos quais empregou-se adubação NPK, ficou constatada a ausência de resposta da cultura à fertilização e a grande capacidade de aproveitamento da adubação residual da cultura anterior (Rocha et al. 1969, Souza et al. 1976).

O nitrogênio é absorvido em maior quantidade pelo girassol no período que vai do início da formação do capítulo até o florescimento. A escassez deste nutriente acarreta clorose das folhas e sua

1 Aceito para publicação em 10 de novembro de 1983.

2 Acadêmica de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP. Rod. Carlos Tonanni, km 5, CEP 14870 - Jaboticabal, SP.

3 Eng.º Agr.º, Prof.-Adjunto do Dept.º de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP.

4 Eng.º Agr.º, Prof.-Adjunto do Dept.º de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP.

seca prematura, a partir das folhas mais velhas (Vrânceanu 1977).

O sintoma de deficiência de fósforo no girassol foi observado por Lemcoff (1967), citado por Marcondes (1974), e foi caracterizado pelo aparecimento de um tom violáceo entre as nervuras e queimaduras nos bordos. Esse último autor verificou, ainda, que, com a aplicação de 90 kg/ha de P_2O_5 , ocorreu significativo aumento na produção de sementes.

O girassol é altamente exigente em potássio, sendo consumidas pela planta quantidades muito superiores àquelas exigidas de nitrogênio e fósforo. Segundo Vrânceanu (1977), em caso de deficiência, ocorre o amarelécimento das folhas e o aparecimento de manchas escurecidas. Em outras culturas, tem sido constatada clorose seguida de necrose, e morte dos tecidos nas margens e pontas das folhas mais velhas (Silva & Ritchey 1982).

A escassez de cálcio, na maioria das plantas, acarreta deformações e clorose das folhas mais novas e, quando em estágios mais avançados, pode causar a necrose das margens. Em caso de falta de magnésio, o sintoma geralmente exibido pelas plantas é clorose internerval, a qual evolui para necrose do tecido à medida que o quadro se agrava. A deficiência de enxofre pode, em alguns casos, ser confundida com a de nitrogênio. O que as distingue é a região de ocorrência na planta, uma vez que a clorose causada por níveis insuficientes de enxofre ocorre nas folhas mais jovens (Mengel & Kirkby 1978).

Dos micronutrientes, o boro é o elemento mais estudado para a cultura do girassol, a qual o requer em níveis geralmente superiores aos exigidos pelas outras culturas. Admite-se que a maioria dos casos de deficiência ocorra nos períodos de florescimento e enchimento das sementes. Sua sintomatologia foi caracterizada, por Blamey (1977), pelo enrijecimento, má-formação, clorose seguida de necrose das folhas do ápice da planta, deformações no capítulo e alta percentagem de sementes ocas. De qualquer forma, é sabido que os limites entre deficiência e toxidez para o elemento são relativamente próximos, e uma aplicação de boro em excesso pode levar ao aparecimento de uma clorose marginal das folhas (Birch et al. 1981).

Por outro lado, sintomatologia típica de escassez de cobre em girassol foi observada por Pissarek (1974) e caracterizada pela redução do tamanho das folhas mais jovens, clorose, má-formação do botão floral e espiralização dos pecíolos ao redor do caule.

A falta de ferro, segundo Römheld & Marschner (1981), provoca, no girassol, clorose no broto apical e crescimento anormal do caule, particularmente do segundo internódio. Já a deficiência de manganês, na maioria das culturas, causa o aparecimento de clorose internerval das folhas mais jovens, diferindo, portanto, da deficiência de magnésio que é refletida inicialmente pelas folhas mais velhas (Mengel & Kirkby 1978).

Embora requerido em quantidades extremamente pequenas já foram relatados casos de deficiência de molibdênio em girassol. Tipicamente ocorre clorose das folhas velhas e, com o aumento da severidade da deficiência, os bordos das folhas tornam-se voltados para cima e aparecem necroses ao longo das margens (Blamey & Chapman 1979). A deficiência de molibdênio, segundo Lucas & Sequeira (1978), pode, ainda, em certos casos, ser induzida pelo excesso de adubação nitrogenada.

Viets et al. (1954), citados por Thorne (1957), baseados no estudo de um grande número de culturas, caracterizaram os sintomas de deficiência de zinco por uma redução geral no porte da planta e pelo aparecimento, nas folhas mais velhas, de clorose internerval e necrose do tecido. Em casos mais raros, os autores observaram a ocorrência de manchas avermelhadas ou pardacentas, também nas folhas mais velhas.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de terra para realização do ensaio foi feita na área problema, durante o desenvolvimento da cultura, tendo-se coletado, na camada arável, em cerca de 40 pontos ao acaso, um total de, aproximadamente, 150 l de terra. Essa terra foi secada à sombra, passada em peneira de 6 mm de abertura de malha e dela retirada uma amostra para caracterização geral. A análise química, feita segundo metodologia descrita por Raji & Zullo (1977), revelou as seguintes características: pH = 6,1; C = 0,90%; P = 38 $\mu\text{g/ml}$ de TFSA; em meq/100 ml de TFSA, K^+ = 0,06; Ca^{2+} = 2,60; Mg^{2+} = 0,80; e Al^{3+} = 0,00. A análise física, de acordo com a técnica convencional, indicou 24,21% de

argila, 74,50% de areia e 1,29% de silte. O solo utilizado para o experimento está em uma zona de ocorrência de Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa (LEa).

O ensaio conduzido em casa de vegetação, em vasos de polietileno, com capacidade para 3 l de terra, consistiu em uma diagnose por subtração, compreendendo os tratamentos: completo, -N, -K, -S, -B, -Mo, -Mn, -Cu, -Zn e testemunha, em um total de dez tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado e com três repetições. As doses de nutrientes empregadas, em mg do elemento por litro de terra, foram as seguintes: 147,60; 52,93; 122,40; 0,90; 0,10; 5,10; 2,50 e 2,20 de N, K, S, B, Mo, Mn, Cu e Zn, respectivamente. Com exceção do nitrogênio e do enxofre, os demais elementos foram aplicados de uma só vez, por ocasião da instalação do ensaio e as formas empregadas de K, B, Mo, Mn, Cu e Zn foram respectivamente: cloreto de potássio (KCl), bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), molibdato de sódio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), cloreto de manganês ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), sulfato de zinco ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). No caso do nitrogênio, foram feitas cinco aplicações, a primeira na instalação do ensaio, de 3,6 mg de N/l de terra na forma de nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], e as outras quatro, a intervalos de quinze dias, de 36,0 mg de N/l de terra, alternadamente, como sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] e nitrato de amônio (NH_4NO_3). No tratamento em que foi omitido o nitrogênio, o enxofre foi adicionado como sulfato de sódio (Na_2SO_4); para manter a mesma concentração salina em todos os vasos, colocou-se sódio, na forma de cloreto de sódio (NaCl). Nos demais tratamentos, o enxofre foi adicionado como sulfato de amônio juntamente com o nitrogênio.

Tratamentos em que se omitissem os elementos fósforo, cálcio e magnésio não foram adotados no experimento devido aos teores elevados desses nutrientes revelados pela análise de solo, os quais não justificariam o aparecimento de sintomas de deficiência.

Para cada vaso de polietileno foi transferido o equivalente a 2,8 l de terra. Em seguida, à terra de cada vaso adicionaram-se os nutrientes (menos nitrogênio e enxofre) correspondentes a cada tratamento, misturando-se os respectivos conteúdos e umedecendo-se a terra a 70% do poder de embebição, usando-se para isso água desionizada. Os vasos foram levados para casa de vegetação, onde receberam a primeira aplicação de nitrogênio em volume de água suficiente para elevar a umidade da terra a 80% do poder de embebição, e aí foram deixados incubando durante cerca de quinze dias. Nesse período, através de reposição periódica de água, manteve-se a umidade em torno dos 80% do poder de embebição.

Após o período de incubação, procedeu-se à semeadura do girassol (*Helianthus annuus* L.), usando-se a linhagem LA1, gentilmente cedida pela Contibrasil. Foram colocadas quatro sementes por vaso à profundidade de 3 cm; após a semeadura, aguardou-se o espaço de cerca de quinze dias para realizar o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

O ensaio foi conduzido por 75 dias, tendo, no perío-

do, sido feita a aplicação de benomil através de pulverização, para controle de oídio.

Durante a condução do ensaio, fez-se a verificação diária de aspectos relativos ao aparecimento de sintomas de deficiência e de início de florescimento. Ao final, realizou-se o corte das plantas rente ao solo e a secagem delas até peso constante, a 60 - 70°C, em estufa com circulação forçada de ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do ensaio biológico em casa de vegetação, observou-se o aparecimento de sintomas de deficiência nas plantas somente dos vasos correspondentes aos tratamentos -N, -B, -K e -S, além, evidentemente, da testemunha.

No tratamento -N, os sintomas manifestaram-se a partir dos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas na forma de um retardamento geral no crescimento. Na ocasião do corte, as plantas deste tratamento apresentavam-se, em relação ao completo, com porte reduzido, folhas menores e cloróticas, seca das folhas mais velhas e atraso no florescimento.

O aparecimento mais evidente de sintomas de deficiência nas plantas dos vasos correspondentes ao tratamento -B iniciou por volta dos 45 dias após a germinação, coincidindo com o início do florescimento. Nesta oportunidade, as plantas apresentavam, além de redução no porte, também, clorose internerval nas folhas do ponteiro, redução do tamanho e deformação do limbo. Na colheita, feita aos 75 dias, verificou-se que os capítulos apresentavam-se deformados. Esses sintomas equivalem àqueles descritos e atribuídos por Blamey (1977) à deficiência de boro. Ainda, cortando-se longitudinalmente a parte superior da haste e o capítulo, verificou-se, em algumas plantas, a ocorrência de tecido necrosado na medula e no interior do receptáculo.

A ausência de potássio provocou o aparecimento de sintomas a partir de, aproximadamente, 50 dias da germinação. Ocorreu redução no porte da planta e, evoluindo das folhas mais velhas para as mais jovens, verificou-se o amarelecimento dos bordos das folhas, seguido de necrose e crestamento do limbo foliar.

A manifestação de deficiência de enxofre, nos vasos em que este elemento foi omitido, começou

quando as plantas contavam com, aproximadamente, 55 dias. De um modo geral, ocorreu redução no tamanho e clorose das folhas do ápice, além de ligeiro retardamento no florescimento, diminuição no tamanho dos capítulos e descoloração das flores.

Não obstante a observação bastante clara de sintomas visuais de deficiência nas plantas correspondentes aos tratamentos -N, -B, -K e -S, não se conseguiu reproduzir fielmente, na casa de vegetação, o quadro sintomatológico que havia sido observado no campo. A expectativa de que a reprodução dos referidos sintomas fosse conseguida no tratamento testemunha foi frustrada, tendo as plantas, neste tratamento, coloração e aspecto semelhante ao mostrado pelas do correspondente ao -N. Há que se considerar que, no campo, foi efetuada uma adubação nitrogenada em cobertura, o que não ocorreu na casa de vegetação nos tratamentos -N e testemunha. É possível que a não-reprodução dos sintomas vistos no campo seja devida não só à interação dos efeitos dos nutrientes nitrogênio, potássio, enxofre e boro, como também à diferença das condições ambientais existentes no campo e na casa de vegetação, levando a um mascaramento de sintomas.

Os efeitos da omissão dos nutrientes no crescimento das plantas podem ser melhor percebidos analisando-se os dados apresentados na Tabela 1. Ao se considerar a produção de matéria seca total, verifica-se que, nos tratamentos -N, -K, -B e testemunha, ela foi estatisticamente menor do que a verificada para o completo. Embora não se tenha observado diferença estatística significativa entre produção do completo e do -S, a deste último foi ligeiramente menor. Por outro lado, a maior produção absoluta foi obtida com o tratamento -Mn, o que indica que o nível deste elemento no solo em questão é satisfatório. A inclusão desse elemento, embora não percebido visualmente, pode ter acarretado algum problema de fitotoxicidade às plantas. Aparentemente, o solo se encontrava também com níveis adequados de cobre, molibdênio e zinco, além daqueles nutrientes que nem mesmo foram incluídos nos estudos (fósforo, cálcio, magnésio, ferro), pois se julgou estarem em níveis satisfatórios.

Quando se analisa o efeito da omissão dos nutrientes de forma separada nas folhas e caules mais capítulo, nota-se que, no conjunto caule mais capítulo, houve uma tendência de comportamento muito parecido com o que se observou na parte

TABELA 1. Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de girassol em função de diferentes tratamentos (gramas/vaso).

Tratamentos	Médias de três repetições ¹		
	Parte aérea total	Folhas	Caule + capítulo
Completo	24,0667 ab	6,0133 bc	18,0533 a
-N	9,0000 d	2,0967 d	6,9033 c
-K	16,5633 c	6,1400 bc	10,4233 b
-S	23,3300 b	5,3367 c	17,9933 a
-B	18,1733 c	7,4133 a	10,7600 b
-Cu	25,2200 ab	5,8933 bc	19,3267 a
-Mn	25,5067 a	6,4933 ab	19,0133 a
-Mo	24,7367 ab	6,0433 bc	18,6933 a
-Zn	24,3000 ab	5,6750 bc	18,6250 a
Testemunha	8,5967 d	2,3400 d	6,2567 c
C.V. = 3,69%	F = 240,39** D.M.S. = 2,1282	F = 72,59** D.M.S. = 1,0259	F = 244,46** D.M.S. = 1,7111

¹ Médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** Estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade.

aérea total. Os tratamentos testemunha, -N, -K e -B apresentaram produção estatisticamente diferente da obtida com o tratamento completo, não havendo diferença quando se comparou o completo com o -S, sendo esta última, de novo, ligeiramente menor do que aquela.

Ao se considerar a produção de matéria seca pelas folhas, o que chama a atenção é o comportamento do tratamento em que se omitiu o boro. Observou-se que a ausência de boro promoveu significativo aumento na produção de matéria seca em relação aos demais tratamentos. Esse resultado confirma o papel do boro na translocação dos carboidratos. Assim, no tecido onde ocorreu carência de boro, os carboidratos, provavelmente, foram translocados com menor eficiência para os outros órgãos da planta, conferindo às folhas maior teor de matéria seca, conforme já citado por Malavolta (1980).

REFERÊNCIAS

- BIRCH, E.B.; BLAMEY, F.P.C. & CHAPMAN, J. Boron nutrition of sunflower. Pretoria, Perskor, 1981. 4p. (Sunflower Series).
- BLAMEY, F.P.C. Boron deficiency in sunflowers. Pretoria, Perskor, 1977. 2p. (Sunflower Series).
- BLAMEY, F.P.C. & CHAPMAN, J. Molybdenum deficiency in sunflowers. Pretoria, Perskor, 1979. 1p.
- LUCAS, M.D. & SEQUEIRA, E.M. Um caso de deficiência de molibdênio em girassol. *Agron. Lusit.*, 38(4): 257-69, 1978.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
- MARCONDES, D.A. Efeito de doses crescentes de fósforo e calcário, na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). Piracicaba, ESALQ, 1974. 49p. Tese Mestrado.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Switzerland, International Potash Institute, 1978. 593p.
- PISSAREK, H.P. Untersuchung der durch Kupfermangel bedingten anatomischen Veränderungen bei Hafer- und Sonnenblumen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.*, 137(3): 224-34, 1974.
- RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. Métodos de análise de solo. Campinas, Instituto Agronômico, 1977. 16p. (Circular, 63).
- ROCHA, J.L.V.; CANECCHIO FILHO, V.; TELA, R.; SORDI, G.; CRUZ, L.S.P. & FREIRE, E.S. Competição entre quatro variedades de girassol na ausência e na presença de adubação mineral com NPK. *Bragantia*, 28(12): 155-73, 1969.
- RÖMHELD, J. & MARSCHNER, H. Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. *Physiol. Plant.*, 53: 354-60, 1981.
- SILVA, J.E. & RITCHEY, K.D. Adubação potássica em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Piracicaba, s.d. *Anais . . . s.l.*, Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.323-38.
- SOUZA, E.A.; KURAMOTO, N. & FERREIRA, M.E. Adubação NPK do girassol em Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, s.d. *Anais . . . Campinas, Soc. Bras. de Ciência do Solo*, 1976. p.181-3.
- THORNE, W. Zinc deficiency and its control. *Adv. Agron.*, 9:31-65, 1957.
- VRÂNCEANU, A.V. El girassol. Madrid, Ed. Mundi-Prensa, 1977. 379p.