



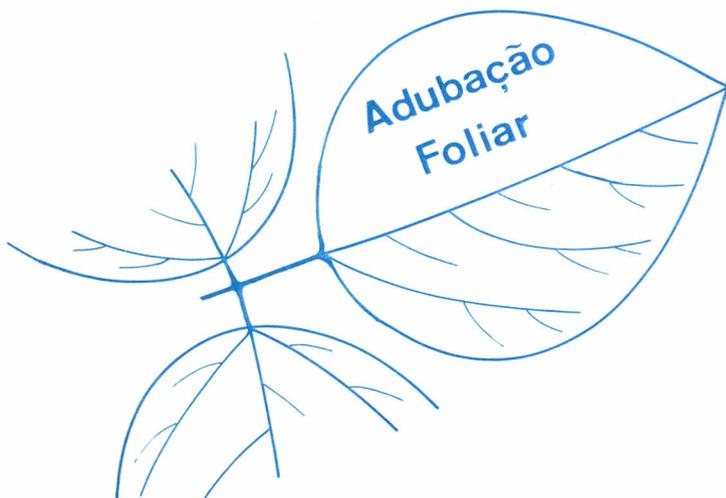
**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPSo

Londrina, PR

# Soja



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Férrer

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE  
DOCUMENTO SOMENTE PODERÃO SER REPRODU-  
ZIDAS COM A AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DO  
COMITÊ DE PUBLICAÇÕES DO CNPSO.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA - CNPSO

Documentos, 22

ISSN 0101 - 5494

SOJA: ADUBAÇÃO FOLIAR

Clóvis Manuel Borkert  
Gedi Jorge Sfredo  
Suely Lucia da Silva Míssio

Londrina, PR  
1987

## EMBRAPA-CNPSO. DOCUMENTOS, 22

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSO

Rodovia Celso Garcia Cid, km 375

Caixa Postal 1.061

Telefones: (0432) 26-1917 e 26-1361

Telex: (432) 208

86.001 - Londrina - PR.

Tiragem: 5.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Léo Pires Ferreira (Presidente)

Antonio Ricardo Panizzi

Clóvis Manuel Borkert

Ivan Carlos Corso

Milton Kaster

Orival Gastão Menosso

Ivânia A.L. Donadio (Secretária)

Tratamento Editorial

Irineu José Ferreira

Capa

Datilografia

Danilo Estevão

Antonio Pascoal Donadio

1ª Edição - 1987

Borkert, Clóvis Manuel

Soja: adubação foliar por Clóvis Manuel Borkert, Gedi Jorge Sfredo & Suely Lucia da Silva Missio. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1987.

34 p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 22)

1. Soja-Adubação foliar. 2. Adubação foliar. I. Sfredo, Gedi Jorge, colab. II. Missio, Suely Lucia da Silva, colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. IV. Título. V. Série.

CDD 633.34891

# S U M Á R I O

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. PECULIARIDADES DA ADUBAÇÃO FOLIAR.....	05
2.1. Exigências nutricionais das culturas anuais.....	06
2.2. Tipos de adubação foliar.....	06
2.2.1. Correção de deficiências.....	06
2.2.2. Complemento à adubação do solo.....	07
2.2.3. Suplementar estimulante.....	09
2.2.4. Suplemento no estágio reprodutivo.....	10
3. TESTES DE ADUBOS FOLIARES EM SOJA .....	13
4. APLICAÇÃO DE CÁLCIO E MICRONUTRIENTES VIA FOLIAR EM SOJA.....	17
4.1. Cálcio.....	17
4.2. Ferro e Manganês.....	18
4.3. Zinco.....	19
4.4. Cobre.....	21
4.5. Boro.....	23
4.6. Molibdênio.....	24
4.7. Cobalto.....	25
5. PRODUTOS DERIVADOS DE ALGAS MARINHAS.....	26
6. CONCLUSÃO.....	26
AGRADECIMENTOS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

## Autores

- Clóvis Manuel Borkert, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, MSc. PhD., CREA 4797-D-RS, pesquisador da EMBRAPA-CNPSO, Caixa Postal 1061, Londrina, PR.
- Gedi Jorge Sfredo, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr., CREA 694-D-SC, pesquisador da EMBRAPA-CNPSO, Caixa Postal 1061, Londrina, PR.
- Suely Lucia da Silva Missio, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, MSc, CREA 31135-D-MG, Departamento Técnico de Agropecuária Basso S.A., Caixa Postal 123, Rondonópolis, MT.

## 1. INTRODUÇÃO

A aplicação de nutrientes às folhas das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das mesmas, não é uma prática nova, sendo conhecida há mais de 100 anos. Historicamente, Wittwer *et al* (1963) reportam um artigo, publicado na França em 1844, como primeira referência sobre adubação foliar, que recomendava a pulverização com sais de ferro para contornar problemas de clorose nas plantas. Após a publicação desse primeiro trabalho, muitos outros foram relatados, mostrando respostas à aplicação de macro e micronutrientes, principalmente em plantas frutíferas e hortícolas (Wittwer & Teubner, 1959; Wittwer *et al*, 1963 e Wittwer, 1964).

Embora a adubação foliar seja uma prática conhecida há bastante tempo, só recentemente foi estudada mais a fundo, se comparada a outros métodos de adubação. Somente após os avanços obtidos na elucidação de mecanismos de fisiologia vegetal e com a descoberta de elementos radioativos em 1938, ocorreu um grande impulso no estudo da absorção foliar de nutrientes minerais. Pela primeira vez, foi possível fazer determinações acuradas de absorção e transporte de nutrientes e mostrar que determinados elementos poderiam ser absorvidos tanto pelas raízes como pelas folhas. O uso de elementos radioativos, de isótopos estáveis, de corantes fluorescentes e de outras substâncias visíveis e penetrantes propiciou condições para os mais recentes avanços no conhecimento da nutrição de plantas através das folhas (Wittwer *et al* 1963).

Apesar de todos os conhecimentos e de algumas vantagens, o uso dos principais nutrientes em pulverização foliar tem sérias restrições. A utilização de sais solúveis de NPK, deste modo, somente pode ser feita em baixa concentração, sendo necessárias várias aplicações para atingir a adequada quantidade de nutrientes, nas plantas, capaz de afetar significativamente a produção. Quando a concentração é aumentada, pode ocorrer a queima das folhas. A despeito de todas as vantagens que poderiam ser obtidas com a utilização da adubação foliar, na prática, têm sido obtidos resultados muito inconsistentes quanto à sua eficiência, havendo ainda inúmeros pontos obscuros a serem estudados, sem o que não será possível sua utilização em larga escala (Rosolém, 1984).

## 2. PECULIARIDADES DA ADUBAÇÃO FOLIAR

Quando a prática da adubação foliar é divulgada por representantes comerciais, firmas de planejamento, técnicos de cooperativas

e agentes de extensão rural, normalmente a mesma é tratada de forma muito genérica ou dando uma perspectiva exagerada do efeito, sem a consideração de uma série de particularidades que seu emprego requer.

A primeira dessas questões é a relativa à cultura na qual se pretende utilizar a adubação foliar, devendo ser enfatizado se é anual ou perene. O segundo ponto a ser tratado envolve o tipo de adubação foliar que se pretende utilizar. Rosolém (1984) relata que o emprego da adubação foliar tem sido proposto de acordo com seu objetivo, principalmente, nas seguintes situações:

- 1) correção de deficiências;
- 2) complemento à adubação do solo;
- 3) suplemento à adubação do solo durante todo o ciclo da cultura (suplementar estimulante); e
- 4) suplemento à adubação de solo no estágio reprodutivo das plantas.

Uma vez definido o objetivo, a terceira questão a ser tratada, mas também de extrema importância, é qual o nutriente que se pretende corrigir, complementar ou suplementar.

## 2.1. Exigências nutricionais das culturas anuais

Tomando a soja como exemplo de cultura anual, com ciclo de 80 a 150 dias, dependendo da cultivar, o acúmulo da maior parte dos nutrientes, necessários ao crescimento e ao desenvolvimento ocorre nas folhas entre o início da formação das raízes e o florescimento. Após, a absorção de nutrientes é bastante diminuída e os compostos acumulados nas folhas translocam-se para a formação das vagens e dos grãos. Percebe-se, pois, que as culturas anuais diferem muito das culturas perenes, principalmente quanto à época na qual necessitam determinados nutrientes e ao tempo que as raízes têm para absorver e acumular estes nutrientes. Essas diferenças, não permitem a generalização no uso de fertilizantes foliares contendo determinados nutrientes, que, em determinadas circunstâncias, são eficientes e econômicos para as culturas perenes, mas sem vantagem alguma quando aplicadas em culturas anuais.

## 2.2. Tipos de adubação foliar

### 2.2.1. Correção de deficiências

Este é o tipo menos discutido de adubação foliar, pois per-

mite a correção rápida e eficiente, superando a adubação do solo, e seu uso é mais comum nas plantas perenes (cafeeiro, frutíferas) e hortícolas (Rosolém, 1984). Quando detectada, a deficiência poderá ser eliminada com o elemento carente e, eventualmente, podem ser adicionados, à solução, compostos que atuem em sinergia como elemento-problema.

Todavia, em plantas anuais de ciclo curto, como a soja, quando a deficiência de um determinado nutriente é severa a ponto de exteriorizar-se com o aparecimento de sintomas visuais nas folhas, o dano fisiológico causado não mais será sanado pela adubação foliar corretiva. Da mesma forma, quando há apenas limitações no rendimento de grãos, sem o aparecimento de sintomas visuais da deficiência, somente é possível detectá-la através da análise foliar. A correção do elemento faltante, nessa situação, poderá ser feita somente para a safra seguinte. Neste caso, é aconselhável que a aplicação do elemento em deficiência seja executada via solo, para que o efeito residual seja extensivo às safras seguintes.

### 2.2.2. Complemento à adubação do solo

Neste caso, uma parte do adubo necessário para a cultura é convencionalmente aplicada ao solo, sendo que o restante, direcionado à complementação nutricional da planta, é fornecido via foliar. A adubação complementar é muito comum para o fornecimento de micronutrientes em culturas perenes, tais como a laranja e o café, onde os macronutrientes são aplicados ao solo e os micronutrientes necessários são aplicados nas folhas, via de regra com economia do produto (Rosolém, 1984).

Em cana-de-açúcar, tem sido utilizada, com sucesso, a adubação foliar complementar, através de aplicações aéreas em baixo volume, com formulações contendo melaço (Lorenzetti & Coleti, 1981). Também em feijoeiro, em determinadas condições, a cobertura nitrogenada pode ser substituída pela adubação foliar, com economia de adubo (Rosolém *et al*, 1982a; Machado *et al*, 1982).

Porém, a utilização de pulverizações foliares em soja, como adubação complementar, não tem surtido efeito no aumento do rendimento de grãos, como pode ser observado na Tabela 1. Em nenhum dos 15 experimentos relacionados houve resposta significativa à pulverização foliar como complementação à adubação do solo. Esta falta de resposta talvez possa ser explicada pela baixa concentração dos elementos nutricionais utilizados nas misturas de pulverização, os quais não foram aplicados em quantidades suficientes para influenciar no rendimento de

grãos. Assim é feito porque a concentração de determinados nutrientes não pode atingir valores elevados sob o risco de provocar queima foliar, pois possuem índice salino muito elevado (Poole *et al*, 1983a e 1983b; Parker e Boswell, 1980; Keogh e Maples, 1979; Gray e Sutherland, 1978; Gray, 1977a e 1977b e Robertson *et al*, 1977).

TABELA 1. Resposta da soja à adubação foliar como complemento a adubação do solo.

Rendimento de grãos (kg/ha)		Número de experi- mentos realizados	Autor/referência
Sem adubação foliar	Com adubação foliar		
2.380	2.520	1	Garcez <i>et al</i> (1976)
2.170	2.230	1	Velloso & Bertagnolli (1977)
3.070	3.120	2	Garcez & Vianna (1978)
3.280	3.290	5	Straatmann <i>et al</i> (1978)
1.780	1.850	4	Floss <i>et al</i> (1979)
1.550	1.600	1	Abrão & Trois (1979)
2.290	1.940	1	Cordeiro <i>et al</i> (1979)
Médias	2.360	2.364	

Outra hipótese é a de que nenhum dos elementos nutritivos aplicados via foliar estaria sendo necessário para rendimento de grãos, mas alguma outra causa não identificada, já que a planta possuía quantidades suficientes deles. Observa-se que as médias de rendimento de grãos, obtidas em alguns dos experimentos apresentados na Tabela 1, não são muito altas, considerando o potencial de produção das cultivares utilizadas.

### 2.2.3. Suplementar estimulante

A adubação foliar do tipo suplementar estimulante foi proposta em função dos trabalhos de Humbert (1983), citado por Rosolém (1984), em cana-de-açúcar, e de Trenkel *et al* (1976), em plantas anuais e perenes. Nessas investigações, foi verificado que formulações de NPK, aplicadas em pequenas doses às folhas durante o período vegetativo, proporcionaram aumentos nas quantidades de nutrientes nas plantas, as quais eram superiores às quantidades aplicadas, permitindo inferir a existência de um efeito estimulante da adubação foliar na absorção radicular. Para a existência deste estímulo, de acordo com Trenkel *et al* (1976), é necessário que as culturas sejam programadas para alta produtividade, com o uso das melhores cultivares, com a utilização de práticas culturais mais adequadas, obtendo plantas vigorosas, sem deficiências nutricionais através da utilização de adubação de base correta e com o perfeito controle de pragas e moléstias.

No caso da cultura da soja, os únicos resultados positivos do uso da adubação foliar suplementar estimulante foram relatados por Primavesi (1981) nos quais, na maioria dos casos apresentados, os incrementos foram inferiores a 15% em relação à testemunha sem adubação foliar. Além disso, grande parte dos resultados apresentados por este autor foi obtida em lavouras demonstrativas, sem a utilização de metodologia científica para a diminuição do erro experimental.

O erro experimental é causado, principalmente, pela heterogeneidade da fertilidade do solo nas áreas dos experimentos ou das lavouras demonstrativas. Sem o uso de delineamentos experimentais e de repetições, que permitem reduzir esse erro, nenhuma inferência válida e confiável pode ser extraída desses trabalhos.

Diversas pesquisas efetuadas no Brasil, cujas referências encontram-se na Tabela 2, não mostraram resultados positivos que justificassem a recomendação da adubação foliar suplementar estimulante na cultura da soja.

TABELA 2. Resposta da soja à adubação foliar suplementar estimulante.

Rendimento de grãos (kg/ha)		Número de experimentos realizados	Autor/referência
Sem adubação foliar	Com adubação foliar suplementar		
1.770	1.740	2	Borkert <i>et al</i> (1979)
3.470	3.540	1	Rosolém <i>et al</i> (1981)
2.345	2.460	1	Rosolém <i>et al</i> (1982c)
2.455	2.470	2	Rosolém <i>et al</i> (1982b)
Médias	2.510		2.552

Este tipo de adubação foliar também foi testado em soja por Souza *et al* (1981), que não encontraram qualquer efeito de tratamentos sobre a estimativa de produção de grãos de 10 plantas.

#### 2.2.4. Suplemento no estágio reprodutivo

Na adubação suplementar, os nutrientes são fornecidos às plantas, no estágio reprodutivo, em doses mais altas do que na adubação foliar suplementar estimulante. Garcia & Hanway (1976), que propuseram este tipo de adubação foliar, sugerem que a formulação da calda de pulverização em soja deve conter N, P, K e S na proporção de 10:1:3:0,5, obedecendo assim a mesma relação em que estes nutrientes se encontram nas sementes dessa leguminosa. Estes quatro nutrientes são os que se translocam em maior quantidade para as sementes.

Os fundamentos científicos que suportam este tipo de adubação foliar baseiam-se no fato de que, do início do estágio reprodutivo até a maturação, ou seja, da floração em diante, a atividade radicular e a absorção diminuem, ao mesmo tempo em que há grande translocação de nutrientes das folhas para as sementes em formação. A translocação dos nutrientes das folhas para as sementes parece ser a causa da queda da

taxa de fotossíntese (Vasilas *et al* 1980 e Ojima *et al* 1965), o que acelera a senescência das folhas. A reposição dos nutrientes nas folhas, através de adubação foliar, poderia manter a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que possivelmente refletir-se-ia em maior produção de grãos de soja.

Respostas a este tipo de adubação foliar foram obtidas por Garcia & Hanway (1976), com a aplicação de NPK+S, por Vasilas *et al* (1980), com nitrogênio marcado, obtendo resposta positiva em somente um dos dois anos em que o experimento foi conduzido; e, ainda, por Syverud & Walsh (1977), também com nitrogênio, em uma das duas localidades onde o experimento foi conduzido. No ano seguinte, Syverud *et al* (1980) repetiram o trabalho em um dos locais do ano anterior, concluindo que as respostas, em rendimento, obtidas pela pulverização de N via foliar eram tão pequenas que tornavam inexequível o uso desta prática ao nível de lavoura.

Em trabalho conduzido em casa-de-vegetação, com feijão, Neumann & Giskin (1979) obtiveram aumento no peso de vagens verdes pela pulverização de solução de NPK+S como adubação suplementar no estágio reprodutivo. Também Ashour & Thalooth (1983), em trabalho de casa-de-vegetação, observaram aumento no número e no peso de sementes de soja pulverizada com N ou com N aplicado ao solo, concluindo que este aumento foi devido à baixa percentagem de flores abortadas.

Embora esses três trabalhos de campo e dois de casa-de-vegetação tenham mostrado resposta à pulverização foliar, principalmente de N, um grande número de trabalhos demonstraram que a adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo nem sempre é efetiva.

Após o estrondoso sucesso dos resultados obtidos por Garcia & Hanway (1976) e o seu impacto na comunidade científica internacional, dezenas de pesquisadores tentaram reproduzi-los, principalmente nos Estados Unidos da América. Das centenas de experimentos que foram conduzidos, a grande maioria não apresentou resposta à adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo, muitos foram os casos de resposta negativa devido à queima de folhas e nos poucos casos em que houve aparente resposta, esta não foi estatisticamente significativa. Na Tabela 3, estão relacionados trabalhos de adubação foliar, com o número de experimentos realizados, o número de locais x anos em que foram repetidos e a respectiva referência bibliográfica.

TABELA 3. Resposta da soja à adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo.

Natureza da resposta à adubação foliar	Número de experimentos	Número* de locais x anos de experimentação	Autor/referência
Sem resposta no campo	5	4	Colliver (1976)
Sem resposta no campo	4	4	Colliver (1977)
Sem resposta no campo	11	10	Adams (1977)
Sem resposta no campo	214	84	Gray (1977a) Gray (1977b) e Gray & Sutherland (1978)
Sem resposta no campo	8	8	Welch (1977)
Sem resposta no campo	1	1	Boone (1978)
Sem resposta no campo	1	1	Varsa (1978)
Sem resposta no campo	3	3	Welch <i>et al</i> (1979)
Sem resposta no campo	1	1	Robertson <i>et al</i> (1977)
Sem resposta no campo	1	1	Boote <i>et al</i> (1978)
Com resposta na casa-de-vegetação	2	2	Barel & Black (1979a)
Sem resposta no campo	1	1	Barel & Black (1979b)
Sem resposta no campo	9	6	Lessman & McCutchen (1979)
Sem resposta no campo	10	7	Keogh & Maples (1979)
Sem resposta no campo	2	2	Parker & Boswell (1980)
Sem resposta no campo	8	8	Poole <i>et al</i> (1983a) Poole <i>et al</i> (1983b)
<b>Total</b>	<b>281</b>	<b>143</b>	

A extensa lista de trabalhos sem resposta à adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo, apresentada na Tabela 3, permite concluir que, com os conhecimentos atuais, não há a mínima segurança de sucesso no uso de adubação foliar em soja.

### 3. TESTES DE ADUBOS FOLIARES EM SOJA

Pelo que já foi estudado e publicado sobre adubação foliar em soja até os dias de hoje, a maioria dos pesquisadores e cientistas das instituições oficiais de pesquisa não têm mostrado interesse em continuar a executar qualquer tipo de testes envolvendo novos produtos oferecidos no mercado. Todavia, devido à grande oferta e à pressão para a venda de adubos foliares, os agricultores têm solicitado informações sobre os mesmos. Assim, as cooperativas e as empresas agrícolas particulares, através dos seus departamentos técnicos, têm realizado seus próprios testes com o objetivo de melhor informar e orientar os agricultores assistidos. Em trabalho realizado por Vaiti *et al* (1986a), foram testados diversos produtos com diferentes formulações, para aplicação via foliar e via semente, os quais não tiveram efeito significativo sobre o rendimento de grãos, quando comparados com a testemunha que recebeu somente adubação de base (Tabela 4).

Em outro trabalho desenvolvido por Aoki *et al* (1936), foram testados os efeitos da aplicação de molibdênio e cobalto, através de pulverização foliar, em seis cultivares de soja (Tabela 5). Embora tenham sido observadas tendências de aumento com as cultivares IAS 5, FT-2 e Davis, estes aumentos de rendimento de grão, em relação à testemunha sem adubação foliar, não foram significativos. A inconsistência de respostas ao molibdênio será discutida mais adiante.

Pesquisa com micronutrientes e adubação foliar vem sendo desenvolvida na Fazenda Verde, de propriedade da Agropecuária Basso S.A., em Rondonópolis-MT, a qual deverá ser estendida por três anos de experimentação. Os resultados obtidos em 1986, comparando doze tratamentos, são apresentados na Tabela 6, não apresentando qualquer vantagem da adubação foliar em relação à aplicação dos nutrientes somente ao solo. Estes primeiros resultados, obtidos em Latossolo Vermelho escuro de cerrado, permitem inferir que o zinco é o nutriente que mais limita a produção de soja, quando são eliminados os problemas de acidez através de calagem e é feita a correção e a manutenção de fósforo e de potássio.

TABELA 4. Efeito da aplicação via foliar ou via semente de alguns produtos comerciais contendo diversos nutrientes. Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central. Cambé, PR. 1986.

Tratamento	Produto	Dosagem e concentração de nutrientes <sup>1/</sup>	Produção de grãos (kg/ha)
1	Produto A	1 l/ha, aplicado nas sementes (Mo - 30 ml/ha e Co - 10 ml/ha)	4.098 a <sup>2/</sup>
2	Produto A	10 l/ha, aplicado via foliar (Mo = 300 ml/ha e Co = 100 ml/ha)	4.039 ab
3	Produto B	150 g/ha, aplicado nas sementes (Mo = 9 g/ha, Co = 0,75 g/ha, Zn = 15 g/ha e B = 3 g/ha)	3.972 ab
4	Produto C	140 g, aplicados em 50 kg de semente (Mo = 14 g, Co = 1,4 g, S = 1,4 g, Fe = 0,28 g e Ca = 1,4g)	3.972 ab
5	Testemunha	Somente com adubação de base	3.666 ab
6	Produto D	600 ml, aplicados em 100 kg de semente (N = 15 g, amino-ácidos = 63 g e sais minerais = 13,2 g)	3.588 ab
7	Produto A	1 l/ha, aplicado via foliar	3.312 b
8	Produto E	100 ml, aplicados em 80 kg de semente (Cu = 0,06 ml, Fe = 0,22 ml, Mn = 0,15 ml e Zn = 0,20 ml)	3.270 b

<sup>1/</sup> Todas as parcelas receberam adubação, na base, de 124 kg/ha de 4-30-10.

<sup>2/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Vaiti *et al* (1986 a).

TABELA 5. Efeito da aplicação via foliar de molibdênio e cobalto. Cooperativa Agrícola de Cotia - DCPE - Coordenação Técnica OSP/MS. Itaporã, MS. 1986.

Cultivares	Rendimento de grãos (kg/ha)		Diferença (kg/ha)	Incremento (%)
	Sem adubação foliar	Com adubação foliar <sup>1/</sup>		
Bragg	4.732	4.814 <sup>2/</sup>	82	+ 1,7
Dourados	4.656	4.662	6	+ 0,1
Bossier	4.658	4.576	-82	- 1,7
FT-2	4.444	4.554	110	+ 2,4
Davis	4.372	4.460	88	+ 2,0
IAS 5	3.920	4.096	176	+ 4,4
Médias	4.464	4.527		

<sup>1/</sup> Produto aplicado aos 30 dias após a germinação, na base de 1 litro/ha (30 ml Mo/ha e 10 ml Co/ha).

<sup>2/</sup> Não houve diferença significativa entre tratamentos com e sem adubação foliar.

Fonte: Aoki *et al* (1986).

TABELA 6. Efeito da aplicação via foliar, via sementes ou no sulco de semeadura de alguns produtos comerciais contendo diversos nutrientes, sobre o rendimento de grãos da soja, cultivado em Latossolo Vermelho escuro. Fazenda Verde-Agropecuária Basso S.A., Rondonópolis, MT. 1986.

Tratamento	Produto	Dosagem e concentração de nutrientes <sup>1/</sup>	Produção de grãos <sup>2/</sup> (kg/ha)
1	Produto A	150 g/ha, aplicados nas sementes (Zn = 15 g/ha, B = 3 g/ha e Co = 0,75 g/ha)	3.256 a <sup>3/</sup>
2	Sulfato de zinco	(Zn = 20%) - 12,5 kg/ha, no sulco de semeadura (2,5 kg Zn/ha)	3.205 ab
3	Produto B	Aplicação via foliar em duas aplicações de 3 l/ha, no início da floração e 15 dias após (Ca = 180 ml/ha duas vezes e Mg = 0,3 ml/ha duas vezes)	3.204 ab
4	Produto C	10 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 2,5 kg/ha, B = 250 g/ha, Mo = 130 g/ha e Co = 30 g/ha)	3.181 ab
5	Produto D	40 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 3,6 kg/ha, B = 720 g/ha, Cu = 320 g/ha, Fe = 1,2 kg/ha, Mn = 800 g/ha e Mo = 40 g/ha)	3.156 abc
6	Produto E	210 g/ha aplicados nas sementes (Mo = 22 g/ha, Co = 2,6 g/ha e Fe = 0,42 g/ha)	3.133 abc
7	Produto D	20 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 1,8 kg/ha, B = 360 g/ha, Cu = 160 g/ha, Fe = 600 g/ha, Mn = 400 g/ha e Mo = 20 g/ha)	3.097 abc
8	Produto F	12,5 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 2,5 kg/ha e S = 750 g/ha)	3.086 abc
9	Testemunha	Com adubação no solo - 300 kg/ha de 0-20-20	3.060 abc
10	Produto	Mistura de vários produtos, aplicados via foliar, 5 litros/ha, aplicados 30 dias após a emergência e 6 litros/ha aplicados no início da floração, de acordo com as recomendações do fabricante (Totalizando: Mo = 30 ml/ha, Co = 10 ml/ha, Zn = 60 ml/ha, Ca = 160 ml/ha, Mg = 10 ml/ha, S = 1.570 ml/ha, Mn = 10 ml/ha, Fe = 10 ml/ha, B = 15 ml/ha, Cu = 137 ml/ha, Cl = 30 ml/ha, N = 12 ml/ha, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 60 ml/ha e K <sub>2</sub> O = 30 ml/ha).	3.014 bc
11	Produto	Aplicado via foliar em três estádios, 4 l/ha logo após a germinação, 8 l/ha no início da floração e 8 l/ha na época de enchimento de vagens (Mg = 216 ml/ha e S = 264 ml/ha em cada aplicação)	2.936 c
12	Testemunha	Sem adubação	2.404 d

<sup>1/</sup> Todas as parcelas receberam adubação, na base, de 350 kg/ha de 0-20-20, exceto a testemunha sem adubação.

<sup>2/</sup> Médias de quatro repetições e de três cultivares (Cristalina, Doko e EMGOPA-301).

<sup>3/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados enviados, à pedido, pela Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Sueli L.S. Missio.

## 4. APLICAÇÃO DE CÁLCIO E MICRONUTRIENTES VIA FOLIAR EM SOJA

Pelo que já foi exposto até aqui, à exceção dos testes de produtos e formulações comerciais que contém alguns micronutrientes, a maioria dos trabalhos de pulverização foliar como adubação complementar ou suplementar tem sido executados com NPK+S ou misturas de micronutrientes, quelatizados ou não. Todavia, nos últimos anos tem aumentado a oferta de alguns nutrientes isolados para a aplicação foliar corretiva ou para prevenir deficiências. Assim, é apresentado a seguir um breve relato sobre a situação atual e as probabilidades de resposta e os prováveis casos de deficiências de cálcio e micronutrientes em solos do Estado do Paraná.

### 4.1. Cálcio

O cálcio é um cátion bivalente e alcalino, sendo o quinto elemento mais abundante da crosta terrestre, com uma concentração média de 3,6%. Solos não calcários e altamente modificados pela ação do intemperismo possuem menos de 1% de cálcio e, em alguns casos, solos tropicais têm menos de 0,04% de Ca (menos de 2 meq/100g). Já os solos calcários podem ter mais de 50% de carbonato de cálcio e, portanto, a concentração de cálcio nestes solos pode ser superior a 10%. Desta forma, a quantidade existente de cálcio em um solo dependerá do seu material de origem, do grau de intemperismo desse material e da aplicação de calário que possa ter sido feita nesse solo.

O cálcio apresenta-se no solo nas mais diversas formas. Ele está presente na solução do solo, em equilíbrio com ânions solúveis, e grandes quantidades estão presentes como cálcio trocável associado a cargas negativas da capacidade de troca de cátions. O cálcio também pode estar presente em minerais do solo, de diferentes graus de solubilidade. Porém, o cálcio da solução do solo e o trocável são as duas principais formas supridoras deste elemento, podendo mover-se em direção às raízes das plantas para ser absorvido.

O cálcio na planta, além de auxiliar da manutenção de integridade da membrana celular, tem também outras funções importantes, como na germinação do pólem, no crescimento do tubo polínico e na simbiose *Rhizobium* x leguminosas. Estudando o efeito fisiológico de diversos nutrientes no mecanismo de produção de sementes de soja, Konno (1967) mostrou a alta correlação negativa existente entre o teor de cálcio na planta e o número de flores e vagens abortadas. Isto evidencia o papel do cálcio na fertilidade das flores e na formação de vagens

com sementes em soja. Todavia, o trabalho de Konno (1967) foi conduzido em solução nutritiva, na qual o suprimento de cálcio foi interrompido no período entre o início da floração e o final do ciclo da soja, o que não ocorre com a soja cultivada no solo a campo, mesmo que seja em um solo extremamente ácido e com baixa disponibilidade de cálcio.

Também com o objetivo de estudar o efeito do cálcio no abortamento de flores e vagens de soja, Nogueira & Jorge (1981) conduziram um trabalho em vasos, aumentando o suprimento de cálcio das plantas através de aplicações de cloreto de cálcio via foliar. Embora com uma única aplicação aos 60 dias após a germinação, houve incremento no número de vagens e no peso de grãos. Em outro tratamento, com aplicação foliar aos 20 dias, o efeito do cálcio foi depressivo nos parâmetros medidos.

Vaiti *et al* (1986b) estudaram, em campo, o efeito da aplicação de cálcio e boro via foliar no rendimento de grãos de soja, em Latossolo Roxo eutrófico com alta disponibilidade de cálcio ( $Ca = 6,8$  meq/100g), fazendo aplicações de 240ml Ca/ha e de 15 ml B/ha antes da floração e dez dias após. A suplementação de cálcio não teve efeito sobre o rendimento de grãos de soja.

A inconsistência destes resultados sugere que, quando há disponibilidade elevada de cálcio no solo, e absorção pelas raízes é suficiente para manter a planta nutrida com este elemento, mantendo em nível normal o abortamento de flores e vagens, sem necessidade de suplementar cálcio via foliar.

Frente ao exposto, a melhor opção é fazer calagem dentro da tecnologia recomendada, pois, com esta prática, além da eliminação da acidez, da redução da fixação do fósforo aplicado e do incremento de muitos outros processos microbiológicos e químicos que melhoram a fertilidade do solo, também a disponibilidade de cálcio trocável e na solução do solo é aumentada.

#### 4.2. Ferro e Manganês

A disponibilidade de ferro e manganês nos solos do Paraná parece não ser objeto de maior preocupação, visto que a maioria deles teve como material de origem rochas eruptivas básicas, ricas em ferro e manganês. A maior disponibilidade do ferro ocorre na faixa de pH 4,0 a 6,0, enquanto a do manganês situa-se na faixa de pH 5,0 a 6,5. Como a grande maioria dos solos cultivados com soja no Estado do Paraná estão na faixa de pH 5,5 a 6,5 e como os solos, originalmente, possuem altos teores de ferro e manganês, dificilmente ocorrerão deficiências

destes elementos. Ao contrário, ao se cultivar soja em solos com pH abaixo de 5,0, poderá ocorrer toxicidade de manganês, e, em alguns casos, de ferro. Além disso, deve ser lembrada a manifestação de toxicidade de alumínio, que não está sendo tratada neste trabalho.

Acredita-se que a deficiência de ferro seja causada, principalmente, pelo seu desequilíbrio em relação a outros metais, tais como molibdênio, cobre ou manganês. Outros fatores que podem levar a deficiência de ferro são o excesso de fósforo no solo, os efeitos combinados de pH elevado, calagem excessiva ou calcário mal incorporado, encharcamento do solo, baixas temperaturas e altos níveis de bicarbonato.

A deficiência de manganês está associada a solos orgânicos, pela formação de complexos muito estáveis entre a matéria orgânica e o  $Mn^{2+}$ . A umidade do solo também afeta a disponibilidade de manganês, sendo os sintomas de deficiência mais severos em solos com alto teor de matéria orgânica durante a estação fria, quando estes estão saturados de umidade. Os sintomas tendem a desaparecer à medida que o solo seca e a temperatura se eleva. Os solos arenosos, com baixa CTC e sujeitos a altos índices pluviométricos, são mais propensos a apresentar problemas de deficiência de manganês, bem como a desequilíbrios em relação ao calcário, ao magnésio e ao ferro, que podem também levar a deficiências destes micronutrientes.

Todavia, tudo indica que no Paraná e na grande maioria dos solos derivados de basalto no Brasil, os problemas são principalmente de toxicidade e que podem ser resolvidos com a aplicação de calcário, elevando o pH para a faixa de pH 5,5 a 6,5. Portanto, a aplicação de ferro e manganês via foliar, na cultura da soja no Estado do Paraná, não é uma prática recomendável e nem necessária.

### 4.3. Zinco

A ocorrência de zinco total em solos do Estado do Paraná foi amplamente estudada por Santos Filho (1983), que encontrou teores variando de 150 a 250 ppm de Zn em solos derivados de rochas básicas (solo Litólico 140ppm, Terra Roxa Estruturada 230ppm, Latossolo Roxo de 180 a 250ppm) e teores mais baixos em solos derivados de migmatito (Latossolo Vermelho escuro 50ppm) e em solos derivados de folhelhos argilosos (Cambissolo 60ppm e Latossolo Vermelho escuro 70ppm). Nos solos derivados de arenito de Botucatu, foram determinados teores ainda mais baixos, 18ppm em solo Litólico, 20ppm em areias quartzosas e 30ppm em um Podzólico Vermelho amarelo. Em um outro solo, derivado do arenito de furnas (Latossolo Vermelho escuro), também o zinco total encontrado era de apenas 20ppm.

Isto mostra que, em solos derivados de rochas eruptivas básicas, dificilmente serão encontrados problemas de deficiência de zinco, enquanto que, nos solos derivados de arenitos e folhelhos argilosos, deficiências de zinco poderão ocorrer com maior probabilidade.

A maior disponibilidade de zinco encontra-se na faixa de pH 5,0 a 6,5. Porém, alguns solos, quando recebem doses de corretivos para elevar o pH acima de 6,0, podem desenvolver sérias deficiências de zinco, principalmente se forem arenosos. A deficiência de zinco também pode ocorrer quando se usam altas doses de fertilizantes fosfatados. Várias espécies de plantas, inclusive a soja, já mostraram os efeitos da interação Zn-P. Esta interação se complica ainda mais pelo efeito de valores elevados de pH. Grandes quantidades de zinco podem também ser fixadas pela fração orgânica do solo, induzindo a deficiências. Este micronutriente pode ser temporariamente imobilizado na estrutura celular dos microorganismos do solo, especialmente quando da aplicação de esterco. Baixas temperaturas, associadas a excesso de umidade, podem fazer com que as deficiências sejam mais pronunciadas. Estes sintomas tendem a se manifestar no estágio inicial de crescimento e, geralmente, desaparecem mais tarde. A sistematização do solo para irrigação por inundação também induz a deficiências de zinco.

O zinco é fortemente adsorvido pelos colóides do solo, o que auxilia a diminuir as perdas por lixiviação, aumentando o efeito residual. Entretanto, solos arenosos, com baixa CTC e sujeitos a chuvas pesadas, podem apresentar problemas de deficiência deste elemento.

A deficiência de zinco em culturas de milho e soja já foi observada em Latossolo Vermelho amarelo, nos municípios de Ponta Grossa e Castro<sup>1/</sup>. As causas do aparecimento da deficiência estão ligadas ao baixo teor original de zinco desse solo derivado de arenito e à agricultura com vistas a altos patamares de rendimento de grãos, praticada naquela região. Elevadas produções extraem mais nutrientes do solo e conseqüentemente quantidades maiores são exportadas com os grãos. No caso do zinco, para cada 2.000kg de grãos produzidos por hectare, aproximadamente 800 gramas do elemento é transportado pelos grãos.

Estudando o efeito de micronutrientes na produção e na composição química de arroz, milho e soja em solo de cerrado, Galvão (1984) cita o zinco como o único elemento cuja omissão na adubação provocou decréscimo significativo na produção dos quatro primeiros cultivos. Na soja cultivada sem a aplicação de zinco ao solo, a concentração nas folhas estava abaixo de 16ppm proporcionando sintomas de deficiência, e baixando significativamente o rendimento de grãos em comparação ao tratamento que recebeu este micronutriente.

Em solos onde há carência de zinco, a aplicação de qualquer produto que contenha este nutriente provoca uma resposta altamente significativa, como pode ser observado na Tabela 7, em experimento conduzido em um Latossolo Vermelho amarelo de baixa fertilidade no Mato Grosso.

Quando a deficiência de zinco é constatada através do aparecimento de sintomas visuais ou através da análise foliar, sua correção pode ser facilmente alcançada pela aplicação de 4 a 6 kg de zinco (elemento) por hectare. Para isso, pode ser usado sulfato de zinco (heptahidratado, com aproximadamente 23% de Zn), que é mais solúvel, ou óxido de zinco (aproximadamente 78% de Zn), de menor solubilidade. Embora a pesquisa não tenha ainda dados conclusivos, há indicação de que a correção da deficiência de zinco via solo é efetiva por quatro a cinco anos. Cuidados devem ser tomados para a não repetição, todos os anos, desta dose de Zn/ha, devido ao perigo de acúmulo de zinco no solo, o qual poderá ser tóxico para as plantas.

Neste caso, também, recomenda-se a aplicação via solo e não via foliar. A razão desta recomendação é que, embora por via foliar a utilização do produto aplicado possa ser mais eficiente, ela somente será efetiva para a safra em questão, enquanto que a aplicação de zinco via solo terá um efeito residual e permitirá uma reciclagem pelos cultivos seguintes.

#### 4.4. Cobre

Embora muito pouco se conheça da distribuição de cobre nos solos do Estado do Paraná, sabe-se que, igualmente ao zinco, os solos derivados de rochas eruptivas básicas têm teores bem mais elevados de cobre do que os derivados de arenito. Este fato já havia sido constatado por Spitzner (1943) nas determinações de cobre trocável, feitas pelo método do dietilditiocarbonato de sódio, em 50 amostras de solos do Estado do Paraná. No trabalho de Spitzner (1943) foram determinados teores de cobre trocável em Latossolo Bruno (Guarapuava) entre 6,7 a 7,2 ppm e em Terra Roxa (Cambará) em torno de 1,3 ppm. Em solos arenosos das regiões de Jacarezinho e Ponta Grossa, os teores foram mais baixos, situando-se na faixa de 0,04 a 0,08 ppm de cobre trocável. Isto mostra que, em solos arenosos, a disponibilidade de cobre é realmente muito mais baixa que em solos argilosos.

A maior disponibilidade de cobre ocorre na faixa de pH 5,0 a 6,5. Os solos orgânicos são os mais prováveis de apresentar deficiência deste micronutriente, embora, em geral, nestes solos, existam altos

TABELA 7. Efeito da aplicação de micronutrientes sobre o rendimento da soja em Latossolo Vermelho amarelo. Fazenda Divisão - Agropecuária Basso S.A.. Diamantino, MT. 1986.

Treatamento	Produto	Dosagem e concentração de nutrientes <sup>1/</sup>	Produção de grãos <sup>2/</sup> (kg/ha)
1	Produto A	40 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 3,6 kg/ha, B = 720 g/ha, Cu = 320 g/ha, Fe = 1,2 kg/ha, Mn = 800 g/ha e Mo = 40 g/ha)	2.777 a <sup>3/</sup>
2	Sulfato de zinco	(Zn = 20%) = 12,5 kg no sulco de semeadura (2,5 kg Zn/ha)	2.770 a
3	Produto B	10 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 2,5 kg/ha, B = 250 g/ha, Mo = 130 g/ha e Co = 30 g/ha)	2.722 a
4	Produto A	20 kg/ha, no sulco de semeadura (Zn = 1,8 kg/ha, B = 360 g/ha, Cu = 160 g/ha, Fe = 600 g/ha, Mn = 400 g/ha e Mo = 20 g/ha)	2.688 a
5	Produto C	150 g/ha, aplicados nas sementes (Zn = 15 g/ha, B = 3 g/ha, Mo = 9 g/ha e Co = 0,75 g/ha)	1.890 b
6	Produto D	1 l/ha, misturados nas sementes (Mo = 30 ml/ha e Co = 10 ml/ha)	1.159 c
7	Testemunha com adubo	400 kg/ha da fórmula 0-20-20 e mais 100 kg/ha de superfosfato simples no sulco de plantio	1.152 c
8	Produto E	210 g/ha, aplicados nas sementes (Mo = 22 g/ha, Co = 2,6 g/ha e Fe 0,42 g/ha)	1.120 c
9	Testemunha	sem adubo	656 d

<sup>1/</sup> Todas as parcelas receberam uma adubação na base de 400 kg/ha da fórmula 0-20-20 e mais 100 kg/ha de superfosfato simples no sulco de plantio, exceto a testemunha sem adubo.

<sup>2/</sup> Médias de quatro repetições e de duas cultivares (Doko e EMGOPA-301).

<sup>3/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados enviados, à pedido, pela Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Sueli L.S. Missio.

teores de cobre, este forma complexos tão estáveis com a matéria orgânica que somente pequenas quantidades são disponíveis à cultura.

Os solos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica, podem tornar-se deficientes em cobre devido às perdas por lixiviação, enquanto que solos argilosos apresentam menor probabilidade de deficiência.

A presença excessiva de íons metálicos, como ferro, manganês e alumínio, reduz a disponibilidade de cobre para as plantas. Este efeito é independente do tipo de solo.

À exceção dos solos arenosos de tabuleiro no Nordeste, onde a deficiência de cobre em cana-de-açúcar já foi comprovada, não há registro na literatura de respostas das culturas a aplicações de cobre, sendo, ao contrário, encontrados relatos de efeitos depressivos da aplicação deste elemento. Isto, talvez, seja devido à aplicação de fungicidas, inseticidas e acaricidas em outras culturas, os quais possuem cobre e suprem as necessidades das plantas nos cultivos posteriores, diminuindo a probabilidade da ocorrência de deficiência deste micronutriente nos solos. Portanto, aplicações de cobre ao solo, para corrigir deficiências, só devem ser efetuadas quando realmente for comprovada a carência do elemento, o que somente é possível através da análise de folhas de soja, pois ainda não existem parâmetros confiáveis para a análise do solo relativa a este elemento, à exceção de estudos de calibração com cana-de-açúcar.

Com maior razão do que para o zinco, as aplicações de cobre ao solo devem ser feitas com muito critério, por ser este um elemento que facilmente fica acumulado e pode criar sérios problemas de toxicidade.

#### 4.5. Boro

De maneira geral, o boro é encontrado em teores menores em solos derivados de rocha básica e sedimentos modernos do que em solos derivados do Arenito de Baurú. A matéria orgânica é uma importante fonte de boro para o solo e, em condições de seca, o decréscimo da sua mineralização contribui para a menor liberação de B para a solução do solo. A maior disponibilidade de boro ocorre na faixa de pH 5,0 a 7,0. As condições de alta pluviosidade e altos graus de perdas por lixiviação reduzem a sua disponibilidade, principalmente em solos mais arenosos.

Uma vez que os limites entre deficiência e toxicidade de boro são muito estreitos, a aplicação de fertilizantes com este micronu-

triente, em sistemas de rotação envolvendo culturas com diferentes graus de sensibilidade, deve ser feita com muito cuidado. Como exemplo disto, tem-se a alfafa como cultura altamente exigente em boro, que requer aplicações maiores para a obtenção de altos rendimentos, e que não deve ser sucedida por plantas mais sensíveis a este micronutriente.

A soja é uma cultura menos exigente em boro do que a alfafa. Trabalhos experimentais demonstram toxicidade de boro em níveis superiores a 1,5ppm na solução do solo. Anghinoni *et al* (1976), estudando a resposta da soja a este nutriente, observaram efeitos depressivos sobre o rendimento de grãos com doses superiores a 4 kg de B/ha. Também, Akamine *et al* (1986) testaram a resposta da soja à aplicação de boro e zinco ao solo e não obtiveram aumentos de rendimento pela aplicação destes micronutrientes.

Acredita-se não existir deficiência de boro em solos do Paraná, à exceção de alguns extremamente arenosos, já cultivados há muito tempo e depauperados.

#### 4.6. Molibdênio

O molibdênio ocorre nas rochas ígneas e metamórficas ácidas ou básicas, estando presente no granito em teores de aproximadamente 2 ppm e em valores mais baixos nos basaltos. Nos sedimentos, ele ocorre em pequenas quantidades (menos de 1ppm) nos arenitos e em maior quantidade nos argilitos e nos calcários. Normalmente, como o cobre, ele aparece mais concentrado nos sedimentos que contêm maiores quantidades de matéria orgânica.

Spitzner (1951) efetuou determinações de molibdênio em algumas rochas do Estado do Paraná e encontrou teores de 2 a 3ppm em arenito devoniano e arenito flúvio-glacial, próximos a Ponta Grossa, de 90 a 140ppm em quartzo de vieiro, próximo a Campo Largo, e até 160ppm em pegmatito algonquiano.

A disponibilidade de molibdênio aumenta com o aumento do pH, sendo maior a disponibilidade em pH acima de 7,0. As deficiências de molibdênio têm maior probabilidade de ocorrer em solos ácidos (pH menor que 5,5). Quando o solo recebe calagem adequada, haverá a correção da deficiência, caso o solo tenha nível adequado deste micronutriente. Isto já foi constatado em solos do Paraná por Lantmann *et al* (1984), onde, em solos sem aplicação de molibdênio, a elevação do pH para 5,5 já foi suficiente para suprir as plantas e aumentar a produção de grãos de soja. Portanto, em solos bem manejados, onde for feita a correção da acidez do solo, não há necessidade da aplicação de molibdênio. So-

mente em casos em que o solo não tiver condições de suprir molibdênio, mesmo com a correção da acidez, é que se recomenda fazer a aplicação de Mo para suprir as necessidades da planta. Mesmo assim, sementes de soja produzidas em condições suficientes em molibdênio, armazenam este nutriente nos cotilédones e conseguem suprir as necessidades da planta na geração seguinte (Gurley & Giddens, 1969).

Quando há necessidade de aplicação de molibdênio na cultura da soja, o suprimento foliar ou via semente é viável. A aplicação via semente permite melhor uniformização na distribuição das pequenas quantidades requeridas, bem como é a maneira mais prática e de menor custo. Outra vantagem da aplicação do molibdênio via semente é a presença do elemento desde o desenvolvimento inicial da plântula, já no início da formação dos primeiros nódulos, onde o molibdênio desempenha importante papel na fixação simbiótica do nitrogênio.

#### 4.7. Cobalto

O cobalto é um elemento muito pouco estudado. Menguel e Kirby (1982) afirmam que a concentração deste elemento no solo encontra-se, normalmente, entre 0,02 e 0,5ppm. A deficiência de cobalto pode ocorrer em solos arenosos altamente lixiviados, em solos muito ácidos, derivados de rochas ígneas, em solos calcários de alto pH e em solos turfosos, com elevado teor de matéria orgânica. O cobalto ocorre em todas as rochas ígneas, em concentrações desde 1ppm até mais de 100ppm. As concentrações deste elemento no solo seguem aproximadamente a distribuição do magnésio nos minerais ferromagnesianos.

Já é claramente conhecido que o cobalto desempenha papel importante na fixação do nitrogênio molecular ( $N_2$ ), sendo essencial na fixação simbiótica das leguminosas, bem como na fixação de N pelas algas. A deficiência de cobalto inibe a formação de leghemoglobina e conseqüentemente a fixação de  $N_2$ .

Deficiência de cobalto não é esperada em solos derivados de rochas ígneas e poderá ocorrer em solos arenosos que já foram muito cultivados e submetidos intensa lixiviação. Por outro lado, o excesso de nutrição com cobalto induz severa deficiência de ferro.

O uso de cobalto, juntamente com molibdênio, tanto em aplicação foliar como via semente, foi amplamente testado por Shibuya *et al* (1986), Franco & Kodama (1986), Nakamura & Sunaga (1986) e Stancato *et al* (1986), em vários solos, sem que houvesse qualquer vantagem na utilização destes micronutrientes na cultura da soja.

## 5. PRODUTOS DERIVADOS DE ALGAS MARINHAS

Recentemente, foram lançados à venda produtos formulados à base de algas marinhas para aplicação via foliar. Tais produtos têm, segundo seus fabricantes, citoquininas em sua composição. O termo genérico citoquinina (do inglês cytokinins), tem sido dado a todos os compostos com atividade biológica similar ao "kinetin", hormônio vegetal de crescimento, substância esta muito ativa na divisão celular. A afirmação de que estes produtos contenham reguladores de crescimento na forma de citoquininas (citokinins) é verdadeira, porém o que não está claro ainda é se estes hormônios realmente estimulam o crescimento das plantas.

Segundo o Departamento de Pesquisa Científica e Industrial da Nova Zelândia (Comunicação Pessoal), em suas pesquisas nenhum destes produtos que contêm algas marinhas, em aplicação via foliar, conseguiu aumentar o rendimento das diversas culturas nas quais foram testados (pastagens, plantas hortícolas e cereais).

## 6. CONCLUSÃO

Como está amplamente demonstrado, não há vantagem alguma na aplicação foliar de nutrientes em soja, tanto macro como micronutrientes. Desta forma, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja não recomenda a aplicação foliar de nutrientes para esta cultura. Quando realmente for necessária a aplicação de micronutrientes, pela constatação de sintomas visuais de deficiência ou através da análise foliar, esta deverá ser para a correção do elemento-problema pela aplicação no solo, com exceção do molibdênio cujo fornecimento via semente é bastante prático e econômico.

Como mensagem final, conclamam-se técnicos e agricultores a envidar o máximo esforço na reconstrução da fertilidade e na conservação do solo, o qual a natureza levou milênios para construir, sem ajuda do homem, mas que ainda pode ser preservado, na medida da sua consciência.

Mote

"SOLO TROPICAL DEVE SER MANEJADO COM COBERTURA VEGETAL"

(R.LAL - IITA, Ibadan, Nigéria)

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à Cooperativa Agrícola de Cotia e à Agropecuária Basso S.A., pela cessão dos resultados de pesquisas conduzidas em seus departamentos técnicos, apresentados nesta publicação.

O agradecimento é estendido aos Drs. Ivan Carlos Corso, Léo Pires Ferreira e Milton Kaster, pela leitura, correções e sugestões que tornaram o texto mais claro e agradável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J. & TROIS, R.D. Efeito da adubação foliar e do tratamento de semente com bioestimulante e micronutrientes, sobre o rendimento da soja - 1978/79. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 7, Porto Alegre, RS, 1979. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à VII Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja da Região Sul. Porto Alegre, FECOTRIGO, 1979. p.57-61.
- ADAMS, F. Foliar fertilization of soybeans in Alabama. Highlights of Agricultural Research, 24(1):11, 1977.
- AKAMINE, P.; TAKAHASHI, J.R. & FORTES, P.H.C. Efeito dos micronutrientes zinco e boro no rendimento de grãos de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.332-4.
- ANGHINONI, I.; FIORESE, I. & MORAES, A.P. de. Resposta da cultura da soja à aplicação de boro, zinco e enxofre. Agron. sulriog., Porto Alegre, 12(2):189-99, 1976.
- AOKI, R.T.; HIGASHI, W.H. & SOUZA, E.B. Avaliação da aplicação de nutrientes CoMo via foliar em diversas cultivares de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.320.
- ASHOUR, N.I. & THALOOOTH, A.T. Effect of soil and foliar application of nitrogen during pod development on the yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] plants. Field Crops Res., Amsterdam, 6(4):261-6, 1983.
- BAREL, D. & BLACK, C.A. Foliar application of P. I. Screening of various inorganic and organic P compounds. Agron. J., Madison, 71(1):15-21, 1979a.
- BAREL, D. & BLACK, C.A. Foliar application of P. II. Yeild responses of corn and soybeans sprayed with various condensed phosphates and P-N compounds in greenhouse and field experiments. Agron. J., Madison, 71(1):21-24, 1979b.

- BOONE, L.V. Foliar fertilization. In: ILLINOIS FERTILIZER CONFERENCE, Proceedings... Urbana, p.34-36 (xerografado), 1978.
- BOOTE, K.J.; GALLAHER, R.N.; ROBERTSON, W.R.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition, and yield of soybeans. Agron. J., Madison, 70(5):787-91, 1978.
- BORKERT, C.M.; CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J. & PALHANO, J.B. Eficiência de adubação foliar na adubação da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR. 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1979, v.1. p.283-90.
- COLLIVER, G.W. Soybean foliar fertilization - 1977. Columbia, University of Missouri/Department of Agronomy, 1977. (mimeografado).
- COLLIVER, G.W. Soybean foliar fertilization - 1976. Columbia, University of Missouri/Department of Agronomy, 1976. (mimeografado).
- CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M. & CAMPO, R.J. Adubação foliar em soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1978/79. Londrina, 1979. p.157-9.
- FLOSS, E.L.; ABRÃO, J.; VIAU, L.W.; TERHORST, A.; ROSA, A.D. & SAMPAIO, L.F. Informe preliminar sobre o comportamento da adubação foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na safra 1977/78 em Passo Fundo, Cruz Alta, Ijuí e Santo Ângelo. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 7, Porto Alegre, RS, 1979. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à VII Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja da Região Sul. Porto Alegre, FECOTRIGO, 1979. p.62-80.
- FRANCO, B.J.D.C. & KODAMA, C.H. Avaliação da influência de Nutriminis CoMo na germinação de sementes de algumas cultivares de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.310-12.
- GALRÃO, E.Z. Efeito de micronutrientes e do cobalto na produção e composição química do arroz, milho e soja em solo de cerrado. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 8(1):111-16, 1984.

- GARCEZ, J.R.B. & VIANNA, A.C.T. Estudo comparado da eficiência das adubações do solo e foliar na cultura da soja. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1978. 5p. (mimeografado). Trabalho apresentado na VI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Florianópolis, SC. 1978.
- GARCEZ, J.R.B.; VIANNA, A.C.T. & GOMES, A. da S. Perspectivas da adubação foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] - 1ª aproximação. Agros, Pelotas, 11(3):5-12, 1976.
- GARCIA, L.R. & HANWAY, J.J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. Agron. J., Madison, 68(4):653-7, 1976.
- GRAY, R.G. & SUTHERLAND, W.N. Foliar fertilization. In: 1978 FERTILIZER AND AGLIME CONFERENCE, Madison, 1978. Proceedings... Madison, University of Wisconsin, 1978. v.17. p.4-6.
- GRAY, R.G. Results of foliar fertilizer application studies. In: TVA FERTILIZER CONFERENCE, Kansas City, 1977. Situation 77. Muscle Shoals, National Fertilizer Development Center. TVA, 1977a. p.54-8.
- GRAY, R.G. Foliar fertilization with primary nutrients during the reproductive stage of plant growth. London, Alembic House, 1977b. 23p. (The Fertilizer Society Proceedings, 164).
- GURLEY, W.H. & GIDDENS, J. Factors affecting uptake, yield response, and carryover of molybdenum in soybean seed. Agron. J., Madison, 61(1):7-9, 1969.
- HUMBERT, R.H. The growing of sugar cane. Elsevier Publication Co. ed. Amsterdam. 1963.
- KEOGH, J.L. & MAPLES, R. Foliar feeding of soybeans in Eastern Arkansas. University of Arkansas, Agric. Exp. Station, 1979. 15p. (University of Arkansas, Report Series, 247).
- KONNO, S. Physiological study on the mechanism of seed production of soybean plant. 1. Influence on the chemical composition and seed production of nutrient element deficiency during the flowering stage. Proc. Crop Sci. Soc. of Japan, 36(2):238-47, 1967.

- LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. & BORKERT, C.M. Micronutrientes para a cultura da soja no Estado do Paraná: Zinco e Molibdênio. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1985. 8p. (EMBRAPA-CNPSO, Comunicado Técnico, 34).
- LESSMAN, G.M. & McCUTCHEN, T.C. Foliar fertilization of soybeans. Tenn. Farm & Home Sci., Knoxville, (112):26-28, 1979.
- LORENZETTI, J.M. & COLETI, J.T. Adubação foliar em cana-de-açúcar: Uma experiência da Usina São José. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, SP. 1980. Anais..., Botucatu, FEPAF, 1981. p.32-50.
- MACHADO, J.R.; ROSOLÉM, C.A.; BALDUCCI JR., J.J. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): I. Estudo de épocas de aplicação de nitrogênio. Turrialba, San Jose, 32(4):417- 21, 1982.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 3º ed. Berna, International Potash Institute, 1982. 655p.
- NAKAMURA, L. & SUNAGA, M. Efeito dos micronutrientes cobalto e molibdênio na germinação das variedades de soja e feijão. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.313-5.
- NEUMANN, P.M. & GISKIN, M. Late season foliar fertilization of beans with NPKS: Effects of cytokinins, calcium and spray frequency. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal., New York, 10(3):579-89, 1979.
- NOGUEIRA, S. dos S.S. & JORGE, J. de P.N. Aplicação de cálcio por via foliar na produção de grãos de soja. Bragantia, Campinas, 40(2): 185-8, 1981.
- OJIMA, M.; FUKUI, J. & WATANABE, I. Studies on the seed production of soybean. II. Effect on three major nutrient elements supply and leaf age on the photosynthetic activity and diurnal changes in photosynthesis of soybean under constant temperature and light intensity. Proc. Crop. Sci. Soc. of Japan, 33:437-42, 1965.
- PARKER, M.B. & BOSWELL, F.C. Foliage injury, nutrient intake, and yield of soybeans as influenced by foliar fertilization. Agron. J., Madison, 72(1):110-13, 1980.

- POOLE, W.D.; RANDALL, G.W. & HAM, G.E. Foliar fertilization of soybeans. I. Effects of fertilizer sources, rates and frequency of application. Agron. J., Madison, 75(2):195-200, 1983a.
- POOLE, W.D.; RANDALL, G.W. & HAM, G.E. Foliar fertilization of soybeans. II. Effect of biuret and application time of day. Agron. J., Madison, 75(2):201-3, 1983b.
- PRIMAVESI, O. Resultados de Nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, SP. 1980. Anais... Botucatu, FEPAF, 1981. p.73-109.
- ROBERTSON, W.K.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Foliar fertilization of soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] in Florida. Soil and Crop. Sci. Soc. Florida Proc., 36:77-79, 1977.
- ROSOLÉM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, DF, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984. p.419-49. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- ROSOLÉM, C.A.; AQUILANTE, D.J. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar da soja. I. Efeitos de duas formulações comerciais com e sem aplicação de micronutrientes nas sementes. R. Agric., Piracicaba, 56(1 e 2): 72-80, 1981.
- ROSOLÉM, C.A.; MACHADO, J.R.; BALDUCCI, JR., J.J. & LIEM, T.H. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): II. Efeitos do nitrogênio com e sem cobertura nitrogenada. Turrialba San Jose , 32(4):423-8, 1982a.
- ROSOLÉM, C.A.; ROSA, J.L.A.; SILVÉRIO, J.C.O. & PRIMAVESI, O. Adubação foliar em soja. III. Respostas de duas cultivares precoces. R. Agric., Piracicaba, 57(4):299-308, 1982b.
- ROSOLÉM, C.A.; SILVÉRIO, J.C.O. & PRIMAVESI, O. Adubação foliar da soja: II. Efeitos de NPK e micronutrientes em função de preparo do solo. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(11):1559-62, 1982c.
- SANTOS FILHO, A. Zinco total em alguns solos do Estado do Paraná. Revista do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 5:1-3, 1983.

- SHIBUYA, Y.; FAVORETTO, C.R.S. & PEREIRA, E.C. Efeito de cobalto e molibdênio em três cultivares de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.316-7.
- SOUZA, E.A.; PRIMAVESI, O. & COUTINHO, E.L.M. Adubação foliar em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, SP. 1980. Anais... Botucatu, FEPAF, 1981. p.125.
- SPITZNER, R. Sobre a microdeterminação do molibdênio. Curitiba, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1951. 43p. (IBPT. Boletim, 20).
- SPITZNER, R. Sobre a determinação fotométrica do cobre em solos, para fins edafológicos. Curitiba, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. 1943. 55p. (IBPT. Boletim, 10).
- STANCATO, G.C.; OGASSAWARA, O.; SUZUKI, S.; KAMIGUCHI, C.; MORAES, L.C.; SILVA, E. da; NAGASHIMA, G. & MATSUOKA, H.Y. Tratamento CoMo na semente e adubação foliar de CaB na cultura de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986. p.318-9.
- STRAATMANN, I.; CÉSARO, V. de & DILÉLIO, M. Avaliação preliminar da eficiência da adubação foliar em soja com três tipos de fertilizantes. Porto Alegre, RS. 1978. 15p. (xerografado).
- SYVERUD, T. & WALSH, L. Foliar fertilization of soybeans. In: FERTILIZER AND AGLIME CONFERENCE, Madison, 1977. Proceedings... Madison, University of Wisconsin, 1977. v.16. p.86-90.
- SYVERUD, T.D.; WALSH, L.M.; OPLINGER, E.S. & KELLING, K.A. Foliar fertilization of soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill]. Comm. Soil Sci. Plant Anal., New York, 11(6):637-51, 1980.
- TRENKEL, M.; FRITZ, A. & KUMMER, K. Experiencias acerca de la fertilization foliar. Reportes Agricolas BASF, (4):3-8, 1976.
- VAITI, P.A.; SUZUKI, S.; SUZUKI, P. & JOHAN, J.A.B. Efeito da aplicação de diversas fontes de micronutrientes na produção de grãos de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986a. p.322-4.

- VAITI, P.A.; SUZUKI, S.; SUZUKI, P.S. & JOHAN, J.A.B. Efeito da aplicação de cálcio e boro via foliar no rendimento de grãos de soja. In: CONGRESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM GRANDES CULTURAS, 2, Maringá, PR. 1986. Maringá, Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, 1986b. p.329-31.
- VARSA, E.C. Foliar fertilization of soybeans in Southern Illinois - 1977 Results. In: ILLINOIS FERTILIZER CONFERENCE, Proceedings... Urbana, p.37-9. (xerografado), 1978.
- VASILAS, B.L.; LEEG, J.O. & WOLF, D.C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of  $^{15}\text{N}$ -labeled urea. Agron. J., Madison, 72(2):271-6. 1980.
- VELLOSO, J.A.R. de O. & BERTAGNOLLI, P.F. Teste preliminar de adubação foliar na cultura da soja em Passo Fundo, RS. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 5, Pelotas, RS. 1977. Resultados de pesquisa em soja obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo em 1976/77. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1977. p.65-9.
- WELCH, L.F.; BROWN, C.M. & JOHNSON, R.R. Foliar fertilization of wheat, oats, and soybeans. Ill. Res., Urbana, 21(3):5-6, 1979.
- WELCH, L.F. Foliar Fertilization. In: ILLINOIS FERTILIZER CONFERENCE, Proceedings... Urbana, p.3-8. (xerografado), 1977.
- WITTEWER, S.H. Foliar absorption of plant nutrients. Adv. Front. of Plant Sci., 8:161-82, 1964.
- WITTEWER, S.H. & TEUBNER, F.G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. Annual Rev. of Plant Physiol., Palo Alto, 10:13-32, 1959.
- WITTEWER, S.H.; BUKOVAC, M.J. & TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: McVICTAR, M.H.; BRIDGER, G.L. & NELSON, L.B. eds. Fertilizer technology and usage. Madison, Soil Science Society of America, 1963. cap.13, p.429-55.

IMPRESSÃO  
SETOR DE REPROGRAFIA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA  
Rod. Celso Garcia Cid, Km 375  
Londrina - PR .

Tiragem: 5.000 exemplares