

# Documentos

ISSN 2176-2937

Julho, 2010

322

## Soja Molibdênio e Cobalto



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# **Documentos 322**

## **Soja Molibdênio e Cobalto**

*Gedi Jorge Sfredo*

*Maria Cristina Neves de Oliveira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rod. Carlos João Strass, Distrito de Warta - Londrina, PR

Caixa Postal 231

Fone: (43) 3371 6000

Fax: (43) 3371 6100

www.cnpso.embrapa.br

sac@cnpso.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: José Renato Bouças Farias

Secretário-Executivo: Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Coordenação de Editoração: Odilon Ferreira Saraiva

Bibliotecário: Ademir Benedito Alves de Lima

Membros: Adeney de Freitas Bueno, Adilson de Oliveira Junior,

Clara Beatriz Hoffmann Campo, Francismar Correa Marcelino, José de Barros França

Neto, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mariângela Hungria da Cunha e Norman

Neumaier.

Editoração eletrônica: Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Foto da capa: José de Barros França Neto

**1ª edição**

1ª impressão (2010): tiragem 2.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Soja**

---

Sfredo, Gedi Jorge.

Soja: molibdênio e cobalto / Gedi Jorge Sfredo, Maria Cristina Neves de Oliveira. – Londrina: Embrapa Soja, 2010. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; 322).

1.Fertilidade do solo. 2.Soja-Molibdênio. 3.Soja-Cobalto. 4.Fixação de nitrogênio. 5.Microelemento. I.Oliveira, Maria Cristina Neves de. II.Título. III.Série.

---

CDD 631.422 (21.Ed.)

© **Embrapa 2010**

# **Autores**

## **Gedi Jorge Sfredo**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.  
Pesquisador da Embrapa Soja,  
Londrina, PR  
sfredo@cnpso.embrapa.br

## **Maria Cristina Neves de Oliveira**

Matemática, Ph.D.  
Pesquisadora da Embrapa Soja,  
Londrina, PR  
mcno@cnpso.embrapa.br

# Apresentação

A agricultura moderna exige o uso de insumos em quantidades adequadas, de modo a atender critérios econômicos e, ao mesmo tempo, conservar o solo, possibilitando manter ou elevar a produtividade das culturas.

Com o constante aumento do custo de produção, é necessário que se utilizem níveis mínimos de fertilizantes, que permitam boas produtividades e maior retorno econômico.

O potencial de produtividade da soja cresceu nos últimos quinze anos em função do melhoramento genético das cultivares, elevando consideravelmente as médias de rendimento desta cultura. Numa breve retrospectiva sobre o crescimento da agricultura com soja, é possível observar, com facilidade, o aumento da produtividade nos últimos anos.

No Brasil, em 1996, ano de lançamento da tecnologia de aplicação de Mo e Co, a produtividade foi de  $2.175 \text{ kg.ha}^{-1}$ , chegando em 2010 a  $2.941 \text{ kg.ha}^{-1}$ , significando um aumento de rendimento de  $766 \text{ kg.ha}^{-1}$  ou  $12,77 \text{ sacas.ha}^{-1}$ , nesse período. Estima-se que boa parte desse aumento se deve a esta tecnologia já que em experimentos houve acréscimo médio de 20% na produtividade.

Após esses treze anos, percebe-se que a maioria dos produtores utilizam a tecnologia, pelas vantagens advindas dela. Esse ganho de rendimento acontece, evidentemente, em condições de fertilidade dos solos perfeitamente equilibradas, com disponibilidade de macro e micronutrientes, suficientes para atender a demanda de altas produtividades. Em outras situações, não são obtidos os rendimentos esperados, em função de deficiências de alguns micronutrientes.

Recentemente, vários trabalhos sobre quantidade, forma de aplicação e diversidade de produtos contendo molibdênio e cobalto, realizados pela Embrapa Soja, em diversos locais do Paraná, do Mato Grosso e do Maranhão e pela Fundação MS no Mato Grosso do Sul, revelaram que a aplicação de molibdênio e cobalto promoveu aumentos de produtividade da soja em todos os locais estudados.

A presente publicação analisa os rendimentos da soja, em função da aplicação de molibdênio e cobalto, em diversas condições de solo, e a influência destes na nutrição e na concentração de proteína de soja. Essa análise, fornece aos técnicos subsídios para as decisões, quanto às necessidades da aplicação desses micronutrientes para a soja.

*José Renato Bouças Farias*  
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	9
Nitrogênio (N) .....	11
Molibdênio (Mo) .....	13
Cobalto (Co) .....	14
<b>Resultados</b> .....	15
Resultados da Embrapa Soja.....	15
Safrade 1992/93 .....	16
Safrade 1993/94 .....	17
Safrade 1994/95 .....	19
Resultados da Fundação Mato Grosso do Sul .....	22
<b>Considerações Gerais</b> .....	27
Embrapa Soja.....	27
Fundação Mato Grosso do Sul .....	29
<b>Recomendações</b> .....	30
<b>Referências</b> .....	32



# Soja: Molibdênio e Cobalto

---

*Gedi Jorge Sfredo*

*Maria Cristina Neves de Oliveira*

## Introdução

O aumento progressivo das produções de soja, fruto do uso intensivo de técnicas agrícolas modernas, vem promovendo uma retirada crescente de micronutrientes dos solos, sem que se estabeleça uma reposição adequada. Associado a esse fato, a má correção da acidez e o seu manejo inadequado, promovendo um decréscimo acentuado no teor de matéria orgânica, provavelmente, estariam alterando a disponibilidade de micronutrientes essenciais à nutrição da soja e ao perfeito estabelecimento da associação *Bradyrhizobium* x soja.

Estudos realizados em diferentes regiões do Brasil têm demonstrado deficiência ou toxidez aguda de vários elementos no solo, inclusive com sintomas visuais nas plantas. O molibdênio (Mo), o cobalto (Co), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o manganês (Mn) e o boro (B) são os elementos com maior frequência de deficiência, principalmente nos solos de cerrado, afetando drasticamente as espécies cultivadas na região.

Entretanto, mesmo nas regiões onde os micronutrientes não apresentavam problemas, como na Região Sul, já se detectaram deficiências.

A simbiose entre bactérias denominadas coletivamente como rizóbios com as leguminosas, caracteriza-se como um dos sistemas fixadores de  $N_2$  mais eficientes que se conhece na atualidade. Leguminosas eficientemente noduladas apresentam concentrações de Mo nos nódulos que chegam a ser dez vezes superiores às encontradas nas folhas. Em condições de deficiência de Mo, este tende a se acumular apenas nos nódulos, em detrimento das outras partes da planta (Pate, 1977). A participação do Mo como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, está intimamente relacionada com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas.

Como as quantidades de Mo requeridas pelas plantas são pequenas, a sua aplicação via semente, através da peletização, constitui-se na forma mais prática e eficaz de adubação (Gupta & Lipsett, 1981 e Reisenauer, 1963). Não há indicações de que haja toxidez ao *Bradyrhizobium*, quando a peletização com baixas quantidades de Mo é feita imediatamente antes da semeadura da soja. Neste caso, deverão ocorrer uma excelente nodulação e um aumento considerável no rendimento de grãos. Apesar disso, Hungria et al, 2007 detectaram algum problema na aplicação de Mo e Co nas sementes. Conforme eles, a aplicação de formulações salinas ou com pH baixo pode afetar drasticamente a sobrevivência da bactéria, a nodulação e a fixação do  $N_2$ . Esses problemas podem ser evitados com a aplicação desses micronutrientes via foliar ou, se aplicado às sementes, escolher produtos que tenham controle de qualidade da empresa fornecedora.

Além de diferenças entre as espécies, ocorrem também diferenças de concentrações de Mo entre as partes componentes da planta. Assim, na maturação, a concentração de Mo, em soja, segue a ordem: nas folhas maior que nas cascas e nos legumes maior que nos caules. No final do

ciclo, cerca de 67% do Mo deverá estar contido nos legumes, evidenciando a grande translocação deste micronutriente durante o crescimento da soja (Singh & Kumar, 1979).

As respostas à adubação com Mo, no Brasil, têm sido variáveis. Diversos experimentos, conduzidos com soja, não apresentaram aumentos de rendimento de grãos ou de matéria seca (Bellintani Neto & Lám-Sanchez, 1974; Borges et al., 1974; Kolling et al., 1981; Lám-Sanchez & Awad, 1976; Mascarenhas et al., 1967, 1973), embora tivesse ocorrido um aumento significativo na nodulação em uma das pesquisas (Bellintani Neto & Lám-Sanchez, 1974).

Por outro lado, aumentos significativos foram obtidos por Buzetti et al., (1981), em resposta à adubação com 400 g.ha<sup>-1</sup> de molibdato de sódio, em latossolo vermelho-escuro. Similarmente, Vitti et al. (1984) obtiveram aumentos de até 32,7% pela utilização de doses crescentes de um produto comercial contendo 10% de Mo e 1% de Co. Hungria et al. (2007) mostram ganhos de rendimento de grãos de soja de 492 kg.ha<sup>-1</sup> (20%) em relação ao tratamento inoculado, pela aplicação de Mo e Co.

Como a soja exige muito nitrogênio (para produzir 1000 kg de grãos de soja, estima-se que há necessidade de 80 kg de N) para obtenção de altas produtividades, a fixação de N<sub>2</sub> deve funcionar com força máxima. Além de usar inoculante com bradirrizóbios selecionados e eficientes, o Mo e o Co contribuem decisivamente na fixação biológica de N<sub>2</sub>. A seguir, algumas propriedades referentes ao N, ao Mo e ao Co.

## **Nitrogênio (N)**

É um nutriente bastante móvel no floema. Quando a planta é deficiente em N, a relação carboidratos solúveis/proteína é maior, pois há falta de N para a síntese de proteína.

Uma particularidade do N é o acúmulo de  $\text{NO}_3^-$  nas plantas, que ocorre quando não há reação de redução pelo sistema enzimático. Uma enzima, responsável por essa reação, é o dinucleotídeo de flavina e adenina (FAD), que possui o Mo como grupo prostético.

O acúmulo de nitrato em plantas alimentícias é prejudicial ao homem e aos animais, devido à sua redução a  $\text{NO}_2^-$  no tubo digestivo, que se combina com a hemoglobina do sangue, produzindo a meta-hemoglobina, que funciona como transportadora de  $\text{O}_2$ , ocasionando deficiência de  $\text{O}_2$ .

A deficiência de N ocasiona baixos teores de proteínas nos grãos, ocorrendo uma clorose total das folhas mais velhas, devido à menor produção de clorofila (Figura 1), seguida de necrose.

Foto: Microquímica



**Figura 1.** Deficiência de Nitrogênio.

Quando ocorre falta de Mo e/ou de Co, aparece uma clorose devido à deficiência de N (Figura 2).



Foto: Acervo Agroceite

**Figura 2.** Deficiência de Nitrogênio por falta de Mo

### **Molibdênio (Mo)**

Quando o valor do pH do meio é igual ou maior que 5,0, o Mo é absorvido predominantemente como  $\text{MoO}_4^{2-}$ . A participação do Mo como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, está intimamente relacionada com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas.

A redução do nitrato a nitrito é catalizada pela enzima adaptativa redutase do nitrato, que requer a presença de flavina (NAD) e Mo, durante a reação. Plantas nutridas com nitrato apresentam maior concentração de Mo do que as nutridas com amônio. Esta diferença na concentração é devida, quase que inteiramente, ao Mo presente na redutase do nitrato (Gupta & Lipsett, 1981). A nitrogenase também contém Mo e é a enzima necessária para a fixação simbiótica do  $\text{N}_2$ .

O Mo tem média mobilidade no floema e mais de 58% do Mo requerido pela soja é absorvido nos primeiros 45 dias. Os sintomas de deficiência aparecem nas folhas mais velhas, pois ele é móvel na planta.

Os sintomas de desordens nutricionais, em plantas cultivadas em solos deficientes ou ácidos, caracterizam-se por plantas amareladas e folhas jovens retorcidas, com manchas necróticas nas margens dos folíolos. Apresenta, ainda, sintomas semelhantes à deficiência de nitrogênio, induzida pela deficiência de molibdênio, que causam a clorose total das folhas mais velhas ou de meia idade fisiológica, seguida de necrose, como consequência da inibição da atividade da nitrato redutase e subsequente acúmulo de nitrato (Figura 2).

### **Cobalto (Co)**

O cobalto é um nutriente absorvido pelas raízes como  $\text{Co}^{2+}$ , considerado móvel no floema. Contudo, quando aplicado via foliar, é parcialmente móvel. O Co é essencial para a fixação do  $\text{N}_2$ , pois participa na síntese de cobamida e da leghemoglobina nos nódulos. Portanto, deficiência de Co pode ocasionar deficiência de N na soja, devido à baixa fixação do  $\text{N}_2$ . Sua deficiência causa clorose total, seguida de necrose nas folhas mais velhas, devido à deficiência de nitrogênio.

O excesso de Co diminui a absorção de ferro (Fe), motivo pelo qual os sintomas de toxicidade de Co são semelhantes aos de deficiência de ferro, com folhas cloróticas na parte superior das plantas e atrofiamento das plantas (Figura 3).

A aplicação desses nutrientes (Mo e Co) para a soja, iniciou com a recomendação de Mo na dose de  $9 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ , em solos onde o valor do pH do meio fosse menor que 4,8 em 1993 (MANEJO DO SOLO, 1993).



**Figura 3.** Deficiência de Ferro pelo excesso de Cobalto

A partir de novos estudos com Mo e Co, os resultados mostraram que havia respostas à aplicação desses nutrientes mesmo em pH acima de 4,8 e, em doses maiores. Com isso recomendou-se a aplicação de Mo via sementes, na dose de 12 a 25 g.ha<sup>-1</sup> e de 2 a 3 g.ha<sup>-1</sup> de Co (CORREÇÃO, 1996). Com os resultados, obtidos com aplicação foliar desses nutrientes, na safra 2000/01 foi recomendada a sua aplicação via foliar, nas mesmas doses das usadas nas sementes (CORREÇÃO, 2000).

## Resultados

### Resultados da Embrapa Soja

Para verificar a resposta a um ou mais micronutrientes sobre a produtividade da soja, vários experimentos foram instalados em diferentes localidades do país, nas safras de 1992/93 e 1993/94 (Londrina, PR) e de 1994/95 (Londrina,

Medianeira e Ponta Grossa, PR, e, Sambaíba e Tasso Fragoso, MA). O delineamento experimental, utilizado em todos os experimentos, foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

Para facilitar a compreensão, os Materiais e Métodos e os Resultados serão apresentados e discutidos dentro de cada safra agrícola.

### Safra de 1992/93

Neste primeiro ano foi instalado um experimento na fazenda experimental da Embrapa Soja, no município de Londrina, PR, em solo latossolo roxo eutrófico (LRe) cuja análise química é apresentada na Tabela 1 e a análise granulométrica apresentou 76% de argila, 16% de silte e 8% de areia. Na adubação foram usados 250 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-28-20 (N-P-K).

**Tabela 1.** Análise química de um latossolo roxo eutrófico (LRe) de Londrina, PR, onde foram instalados os experimentos de produtos contendo micronutrientes, na profundidade de 0 a 20 cm. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010<sup>1</sup>.

SAFRA	pH CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>						%		g.dm <sup>-3</sup>		mg.dm <sup>-3</sup>	
		Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	CTC	Al	V	C	P		
1992/93	5,21	0,00	0,40	5,50	1,87	3,07	10,84	0,00	72	15,7	10,4		
1993/94	5,10	0,00	0,43	5,00	1,60	3,33	10,36	0,00	68	14,3	9,4		

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de análises químicas de solos e de tecido vegetal da Embrapa Soja. Londrina, PR.

Na Tabela 2 são apresentados os tratamentos utilizados, com sua respectiva dosagem de Mo e Co, os resultados de rendimento (kg.ha<sup>-1</sup>) e a percentagem de proteína nos grãos da cultivar de soja BR-16. Há evidências de deficiência de um ou mais micronutrientes pois os rendimentos de grãos de soja foram sempre superiores, quando foram aplicados os produtos comerciais contendo micronutrientes, em comparação com a testemunha, onde as sementes somente foram inoculadas com o *Bradyrhizobium*. As diferenças, da testemunha para os outros tratamentos, variaram de 7% a 15% (de 218 a 480 kg.ha<sup>-1</sup>).

Os teores de proteína nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 foram diferentes estatisticamente da testemunha só inoculada, com um aumento de até 5,75 pontos percentuais (de 38,52% para 44,27%, Tabela 2). Também, na produção total de proteína, nota-se que os tratamentos de 2 a 6 diferem da testemunha, com diferenças de 184, 299, 223, 300 e 316 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 2.** Produção de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>), proteína (% , kg.ha<sup>-1</sup> e diferença para a testemunha), da cultivar de soja BR-16, na safra de 1992/93, em função de vários produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, em latossolo roxo eutrófico (LRe) de Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Tratamentos <sup>1</sup>	g.ha <sup>-1</sup> do Nutriente		Grãos kg.ha <sup>-1</sup>	Proteína		Diferença da testemunha kg.ha
	Mo	Co		%	kg.ha	
1.Cofermol pó 210g.ha <sup>-1</sup>	22,32	2,56	3550 ab <sup>2</sup>	114	38,55 d	1371 bc
2.Cofermol L 300ml.ha <sup>-1</sup>	15,00	3,00	3419 ab	110	40,63 bcd	1389 b
3.Cofermol L 600ml.ha <sup>-1</sup>	30,00	6,00	3454 ab	111	43,47 ab	1504 a
4.Cofermol L 900ml.ha <sup>-1</sup>	45,00	9,00	3335 bc	107	42,72 ab	1428 ab
5.CoMo 500ml.ha <sup>-1</sup>	25,00	5,00	3597 a	115	41,86 abc	1505 a
6.Biocrop 200g.ha <sup>-1</sup>	12,00	1,00	3435 ab	110	44,27a	1521 a
7.Testemunha	22,32	2,56	3117 c	100	38,52d	1205 c
CV (%)			5,42		5,66	8,00

<sup>1</sup> Cofermol pó (0,2%Fe); CofermolL (0,2%Fe;4,0%Zn); Biocrop (35%Zn;2,5%B);

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Provavelmente, o Mo e/ou o Co são os responsáveis por essas respostas sobre a produção de grãos e de proteína, uma vez que fazem parte da composição de todos os produtos utilizados no experimento. Os produtos que contêm outros micronutrientes não diferiram estatisticamente dos que só tinham Mo e Co.

## Safra de 1993/94

Nessa safra instalou-se, novamente, um experimento em LRe de Londrina, PR, cuja análise química do solo é apresentada na Tabela 1 e a análise granulometria apresentou 76% de argila, 16% de silte e 8% de areia. Os tratamentos utilizados constam

na Tabela 3 e a cultivar de soja utilizada foi a BR-37. A adubação N-P-K foi de 250 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-28-20.

Os resultados da safra de 1992/93 deixaram dúvidas sobre qual micronutriente seria o responsável pelas respostas obtidas. Por isso, em 1993/94, foram isolados os efeitos de cada micronutriente, além do uso dos produtos comerciais contendo dois ou mais micronutrientes (Tabela 3). Observa-se que houve um efeito marcante do Mo isolado, aplicado como molibdato de sódio (Tratamento 1), sobre a produção de grãos, com um acréscimo de 47% (1248 kg.ha<sup>-1</sup>) em relação à testemunha (Tratamento 09).

**Tabela 3.** Produção de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>), proteína (%), kg.ha<sup>-1</sup> e diferença para a testemunha), da cultivar de soja BR-37, na safra de 1993/94, em função de vários produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, em latossolo roxo eutrófico (LRe) de Londrina, PR. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Tratamentos	Nutriente		Grãos		Proteína		
	g.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>	%		kg.ha <sup>-1</sup>		
	Mo	Co			Diferença		
01. Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	20	-	3916 a <sup>1</sup>	147	37,78 ab	1479	535
02. CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	-	10	2845 d	107	35,41 b	1007	63
03. Mo+Co+Zn+B (1+2)	20	10	3622 abc	136	35,97 b	1303	359
04. Mo+Co (1+2)	20	10	3631 abc	136	38,77 ab	1408	464
05. Cofermol pó - 210g.ha <sup>-1</sup>	22	3	3638 abc	136	35,92 b	1307	363
06. Biocrop - 200g.ha <sup>-1</sup>	12	1	3760 abc	141	37,82 ab	1422	478
07. CoMo- 500ml.ha <sup>-1</sup>	25	5	3821 ab	143	37,77 ab	1443	499
08. Cofermol L - 300 ml.ha <sup>-1</sup>	15	3	3790 abc	142	40,32 a	1528	584
09. Só inoculante			2668 d	100	35,39 b	944	-
CV (%)			12,10		5,54		

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Verifica-se, também, que em todos os tratamentos contendo Mo, o aumento na produção foi sempre igual ou superior a 36%. Houve, ainda, aumento no teor de proteína de até 4,97%

(35,39% a 40,32%) quando se aplicou o Mo, com diferenças neste aumento de 359 a 584 kg.ha<sup>-1</sup> na produção de proteína (Tabela 3). Fica evidente, portanto, o efeito do Mo, tanto sobre o rendimento de grãos de soja como sobre o teor de proteína nos grãos.

### **Safra de 1994/95**

Devido aos resultados obtidos nas safras de 1992/93 e de 1993/94, onde houve respostas significativas à aplicação de Mo, na safra de 1994/95 ampliou-se o trabalho para três locais no Paraná (Londrina-LRe-latossolo roxo eutrófico com 74% de argila e 11% de areia, Medianeira-LRe-latossolo roxo eutrófico com 56% de argila e 15% de areia e Ponta Grossa-LEa-latossolo vermelho-escuro álico com 38% de argila e 56% de areia) e dois no Sul do Maranhão (Tasso Frágoso-LVd-latossolo vermelho-amarelo com 30% de argila e 68% de areia e Sambaíba-LEd-latossolo vermelho-amarelo distrófico com 55% de argila e 41% de areia).

No Paraná, utilizou-se a adubação de 250 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-28-20 (N-P-K) e, no Maranhão, 250 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-20 mais 30 kg.ha<sup>-1</sup> de FTE Cerrados. As análises químicas dos solos estudados são apresentadas na Tabela 4 e os tratamentos e resultados são mostrados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Pelos resultados apresentados nas Tabelas 5 e 6, verifica-se que houve resposta positiva dos produtos com Mo e Co sobre o rendimento de grãos da cultivar de soja BR-37 no Paraná e BR-35 (Rio Balsas) no Maranhão.

No Paraná houve aumentos de até 49% em Londrina (Tratamento 4), de até 61% em Medianeira (Tratamento 6) e em até 29% em Ponta Grossa (Tratamento 13), com uma média de acréscimo em relação à testemunha (Tratamento 16) de até 37% (Tratamento 4) nos três locais.

**Tabela 4.** Análises químicas de cinco solos do Brasil, em amostras coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, na safra de 1994/95. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Local	pH	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>						g.dm <sup>-3</sup>		%		mg.dm <sup>-3</sup>
	Ca <sub>2</sub> Cl	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> )	CTC	C	V		P	
Londrina (PR)-LRe	5,14	0,00	0,57	3,98	1,37	3,57	9,49	16,1	62		7,4	
Medianeira (PR)-LRe	5,17	0,00	0,80	7,58	1,55	4,92	14,85	17,6	67		7,0	
Ponta Grossa (PR)-LEa	5,55	0,00	0,37	3,45	2,33	3,52	9,67	16,9	64		12,6	
FDA Parnaíba (MA)-LVd	4,48	0,19	0,15	2,23	0,61	5,93	9,02	17,7	34		26,0	
Fda Solta (MA)-LEd	4,50	0,26	0,15	3,79	0,83	6,11	10,88	29,2	44		23,6	

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de análise química de Solos e Tecidos Vegetais, da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Tabela 5.** Produção de grãos de soja (kg.ha<sup>-1</sup>), da cultivar de soja BR-37, na safra de 1994/95, em função de vários produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente e/ou foliar, em LRe de Londrina e Medianeira e LEa de Ponta Grossa (PR). Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Tratamentos <sup>1,3</sup>	g.ha <sup>-1</sup>		Londrina		Medianeira		Ponta Grossa		Média	
	Mo	Co	kg.ha <sup>-1</sup>	%						
01. Mo - via semente	20,0	0,0	3811 ab	139	2841 cd	137	2417 ab	116	3023	131
02. Mo+Co+Zn+B - via semente	20,0	3,0	3574 bc	130	2944 c	142	2218 ab	106	2912	126
03. Cofermol pó - via semente	22,0	3,0	3668 abc	133	2019 i	97	2453 ab	117	2713	118
04. Cofermol L - via semente	15,0	3,0	4103 a <sup>2</sup>	149	3113 b	150	2223 ab	106	3146	137
05. Cofermol L - via foliar	15,0	3,0	3837 ab	140	2949 c	142	2403 ab	115	3063	133
06. Cofermol L+KCl+Uréia	15,0	3,0	4030 ab	147	3337 a	161	2039 b	98	3135	136
07. Cofermol L +KCl - via foliar	15,0	3,0	3988 ab	145	2656 ef	128	2293 ab	110	2979	129
08. Cofermol L+Uréia-via foliar	15,0	3,0	3727 abc	136	2373 h	114	2336 ab	112	2812	122
09. CoMo - via semente	25,0	5,0	3694 abc	134	3175 b	153	2333 ab	112	3067	133
10. CoMo - 500ml - via foliar	25,0	5,0	3579 bc	130	2574 fg	124	2557 ab	122	2903	126
11. CoMo - 750ml - via foliar	37,5	7,5	3316 cd	121	2890 cd	139	2076 b	99	2761	120
12. GRAP-47 - via semente	12,0	2,0	3722 abc	135	2496 gh	120	2341 ab	112	2853	124
13. GRAP- 48 - via semente	20,0	2,0	2976 de	108	2891 cd	139	2700 a	129	2856	124
14. KCl+Uréia - via foliar	-	-	3335 cd	121	2556 fg	123	2345 ab	112	2745	119
15. Só água - via foliar	-	-	3327 cd	121	2763 de	133	2125 b	102	2738	119
16. Testemunha	-	-	2750 e	100	2075 i	100	2088 b	100	2304	100

<sup>1</sup> Todos os tratamentos foram inoculados com Bradyrhizobium e nos tratamentos via foliar foram utilizados 250 l de água.ha<sup>-1</sup> no início da floração.

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

<sup>3</sup> KCl - 0,25%; Uréia - 0,25%; CofermolL - 300ml.ha<sup>-1</sup>; Cofermol pó - 210g.ha<sup>-1</sup>; GRAP-47 e GRAP-48 - 200g.ha<sup>-1</sup>.

Nessa safra foram testados produtos em pulverizações foliares, além da mistura com as sementes, com respostas positivas em relação à testemunha (Tabela 5), mostrando a viabilidade desta prática.

No Maranhão (Tabela 6), as respostas foram de 8% em Tasso Fragoso (Fazenda Parnaíba) e de 30% em Sambaíba (Fazenda Solta), com um aumento médio dos dois locais de 17% ou 9 sacas.ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha (Tratamento 8). Na Tabela 7 são apresentados os resultados de porcentagem de proteína e de óleo nos grãos de soja, no Paraná.

Com a aplicação de Mo, houve aumento no teor de proteína de 4,73% em Londrina (Tratamento 4), 5,31% em Medianeira (Tratamento 5) e em Ponta Grossa de 1,29% (Tratamento 1) em relação à testemunha (Tratamento 16).

Os teores de óleo não foram influenciados pela aplicação dos tratamentos utilizados neste trabalho.

**Tabela 6.** Produção de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) da cultivar de soja BR-35 (Rio Balsas), na safra de 1994/95, em função de vários produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, em dois solos do Sul do Estado do Maranhão. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Nº Produtos	g.ha <sup>-1</sup>		Fazenda Parnaíba-LVd		Fazenda Solta-LEd		Média	
	Mo	Co	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%
4.Cofermol pó - 300mg.ha <sup>-1</sup>	31,89	3,66	4057 a <sup>2</sup>	108	3643 a	130	3850	117
5.Cofermol L - 300ml.ha <sup>-1</sup>	15,00	3,00	3817 ab	101	2716 d	97	3267	100
8. Só Inoculante	-	-	3765 ab	100	2792 d	100	3279	100
3.Cofermol pó - 210g.ha <sup>-1</sup>	31,89	3,66	3759 ab	100	3004 bcd	108	3382	103
6.Cofermol L - 400 ml.ha <sup>-1</sup>	15,00	3,00	3714 ab	99	3234 abc	116	3474	106
1.Molibdato de sódio	20,00	-	3691 ab	98	2912 cd	104	3302	101
2.MoCoZnB	20,00	10,00	3646 b	97	3107 bcd	111	3377	103
C.V. (%)			4,44		5,88			

<sup>1</sup>Todos os tratamentos foram inoculados com *Bradyrhizobium japonicum*.

<sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 7.** Porcentagem de proteína e de óleo da cultivar BR-37, em três locais do Estado do Paraná, na safra de 1994/95, em função de vários produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente e/ou via foliar. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Tratamento <sup>1</sup>	g.ha <sup>-1</sup>		Londrina (LRe)		Medianeira (LRe)		Ponta Grossa (LEa)	
			%					
	Mo	Co	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo
01. Mo - via semente	20,0	0,0	36,45 abcd	20,95 a	33,80 a	20,23 a	38,72 a	19,84 abc
02. Mo+Co+Zn+B - via semente	20,0	3,0	38,59 ab	21,03 a	34,27 a	20,44 a	38,35 ab	19,89 abc
03. Cofermol pó - via semente	22,0	3,0	37,46 abc	21,06 a	33,74 a	20,10 a	37,99 ab	19,64 bc
04. Cofermol L - via semente	15,0	3,0	39,19 a <sup>2</sup>	21,00 a	34,67 a	20,27 a	37,88 ab	19,83 abc
05. Cofermol L - via foliar	15,0	3,0	37,70 abc	21,04 a	37,28 a	20,56 a	37,16 ab	19,85 abc
06. Cofermol L+ KCl +Uréia	15,0	3,0	35,98 abcd	21,22 a	33,74 a	20,46 a	38,41 ab	19,99 abc
07. Cofermol L + KCl - via foliar	15,0	3,0	37,21 abc	21,33 a	33,94 a	20,20 a	36,72 ab	19,58 c
08. Cofermol L + Uréia-via foliar	15,0	3,0	36,72 abcd	21,07 a	32,56 a	20,48 a	36,85 ab	20,14 abc
09. CoMo - via semente	25,0	5,0	33,14 d	21,23 a	34,03 a	20,33 a	35,90 ab	19,97 abc
10. CoMo - 500ml - via foliar	25,0	5,0	36,21 abcd	21,33 a	33,44 a	20,00 a	36,92 ab	20,33 ab
11. CoMo - 750ml - via foliar	37,5	7,5	35,38 bcd	21,22 a	31,00 a	20,60 a	35,66 b	20,45 a
12. GRAP-47 - via semente	12,0	2,0	37,75 abc	21,45 a	32,41 a	20,36 a	35,91 ab	20,45 a
13. GRAP - 48 - via semente	20,0	2,0	38,08 abc	21,48 a	30,27 a	20,54 a	37,27 ab	20,51 a
14. KCl+Uréia - via foliar	-	-	37,30 abc	21,10 a	33,64 a	20,21 a	36,21 ab	20,38 a
15. Só água - via foliar	-	-	35,2 bcd	21,46 a	35,25 a	20,24 a	36,22 ab	20,47 a
16. Testemunha	-	-	34,46 cd	21,08 a	31,97 a	20,07 a	37,43 ab	20,45 a
C.V. (%)			3,85	1,66	8,61	2,10	2,94	1,35

<sup>1</sup> Ver Tabela 5.

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

## Resultados da Fundação Mato Grosso do Sul<sup>1</sup>

Com o objetivo de reunir informações de pesquisa na Fundação MS, com a tecnologia de aplicação de micronutrientes via semente (especialmente molibdênio e cobalto) na cultura da soja, Broch & Fernandes (1999) conduziram um trabalho formado por doze estudos, em quatro anos agrícolas (1995/96, 1996/97, 1997/98 e 1998/99) na Região de Maracaju, MS, num Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa.

Nesse trabalho, foram testados vários produtos contendo micronutrientes e o resumo apresentado aqui faz parte destes

<sup>1</sup> Fonte: Broch & Fernandes, 1999

estudos, onde algumas tabelas de resultados foram adaptadas. Em todos os tratamentos, foram utilizados inoculante e fungicida para tratamento das sementes.

Na Tabela 8 são apresentados resultados de produção de soja. Verifica-se que houve respostas à aplicação de Mo e Co, nos quatro anos de estudo, com aumentos de 228 kg.ha<sup>-1</sup> (3,8 sacas.ha<sup>-1</sup>) em 1997/98 a 558 kg.ha<sup>-1</sup> (9,3 sacas.ha<sup>-1</sup>) em 1998/99, entre o melhor tratamento e a testemunha, apesar de haver significância estatística somente na safra 1998/99. Na prática, esta diferença, para o produtor, é economicamente viável, pois o custo de aplicação dos produtos é baixo.

Na média, há uma variação de 262 kg.ha<sup>-1</sup> (4,37 sacas.ha<sup>-1</sup>), do melhor tratamento para a testemunha, mostrando certa consistência nas respostas à aplicação desses micronutrientes.

**Tabela 8.** Produtividade de soja (kg.ha<sup>-1</sup>), em resposta ao fornecimento de Mo e Co via semente, por diferentes produtos comerciais, durante quatro anos. Maracaju, MS. FUNDAÇÃO MS, 19991.

Tratamentos	Dose.ha <sup>-1</sup>			1996	1997	1998	1999	Média			
	Produto	Mo	Co					BR 16	OC 13	FT-Jatobá	CD 201 <sup>2</sup>
		g.ha <sup>-1</sup>		kg.ha <sup>-1</sup>							
CoMol <sup>4</sup>	500 ml	30	0,5	3.914 ns	2.914 ns	3.242ns	4.046 a <sup>2</sup>	3.529	58,8	4,37	8,0
Mol. de Na + S. de Co cristal	52g+20g	20	4,0	-	3.105	3.366	4.022 ab	3.498	58,3	3,85	7,1
Cofermol L	300 ml	15	3,0	3.865	3.033	3.394	-	3.431	57,2	2,73	5,0
Molibdato de sódio	77 g	20	-	3.589	3.057	3.205	3.697 bc	3.387	56,5	2,00	3,7
Cofermol Pó	210 g	22	2,5	-	2.902	3.195	4.030 ab	3.376	56,3	1,82	3,3
Sulfato de Co cristal	15 g	-	3,0	-	3.234	3.309	3.526 c	3.356	55,9	1,40	2,7
GRAP RF-47	200 g	12	2,0	3.687	2.877	-	-	3.282	54,7	0,25	0,5
<b>Testemunha</b>	-	-	-	<b>3.480</b>	<b>2.935</b>	<b>3.166</b>	<b>3.488 c</b>	<b>3.267</b>	<b>54,5</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Média sem a testemunha				3.764	3.017	3.285	3.864	3.408	56,8	2,30	4,3
Média 3 melhores				3.822	3.132	3.356	4.033	3.486	58,1	3,65	6,7
C.V. (%)				9,0	7,3	5,4	7,2				

<sup>1</sup> Fonte: Adaptado de Broch & Fernandes, 1999;

<sup>2</sup> Em 1999 foi usado o CoMol Cerrado 400 ml.ha-20g de Mo.ha + 4g de Co.ha e nenhum tratamento recebeu inoculação com Bradirrhizóbio;

<sup>3</sup> Variação na produtividade da soja, sc.ha<sup>-1</sup>, em relação ao tratamento testemunha;

<sup>4</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Ns=não significativo.

Ainda, na média de todos os tratamentos com micronutrientes houve um aumento de 2,3 sacas/ha em relação à testemunha.

O aumento na produtividade da soja (média dos três melhores tratamentos) foi de 3,6 sc.ha<sup>-1</sup>, em relação ao tratamento testemunha.

A aplicação isolada de Mo (Molibdato de sódio) aumentou a produtividade em 2,0 sc.ha<sup>-1</sup>, e a do Co (Sulfato de Co cristal) em 1,4 sc.ha<sup>-1</sup>. No entanto, utilizando-se os mesmos produtos associados, o aumento na produtividade foi de 2,73 sc.ha<sup>-1</sup>. Este resultado mostra a importância em se utilizar os dois elementos associados e não de forma isolada.

Na Tabela 9 são ilustrados resultados da aplicação de quatro produtos contendo Mo e Co. A aplicação de micronutrientes via semente (BIOCROP), aumentou a produtividade da soja em 6,8 sc.ha<sup>-1</sup> (12,7%) em relação ao tratamento testemunha (Fungicida+inoculante). Apesar da não significância estatística, a diferença tem viabilidade econômica pelo baixo custo do produto aplicado (Tabela 9).

A aplicação de aminoácido (Germinex SF) e micronutriente aumentou significativamente a produtividade e o peso de cem sementes, sendo este acréscimo de 8,9 sc.ha<sup>-1</sup> e de 7,3 g, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 9).

A aplicação de Mo e Co (Quimifol CoMo PLUS) aumentou significativamente a produtividade e o peso de cem sementes, sendo este acréscimo de 8,0 sc.ha<sup>-1</sup> e de 6,3 g respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 9).

A aplicação de Mo e Co (Ubyfol ML-71) aumentou a produtividade e o peso de cem sementes de soja, sendo este acréscimo de até 2,4 sc.ha<sup>-1</sup> e de 0,8 g respectivamente, em relação à testemunha, apesar da não significância estatística (Tabela 9).

**Tabela 9.** Produtividade da soja (kg.ha<sup>-1</sup>) em resposta à aplicação de micronutrientes via semente. Média de 4 repetições. Maracaju/MS. Fundação MS, 1996<sup>1</sup>.

Tratamento	g.ha <sup>-1</sup>		Produtividade <sup>2</sup>		PCS <sup>3</sup>	Variação <sup>4</sup>	
	Mo	Co	kg.ha <sup>-1</sup>	sc.ha <sup>-1</sup>	g	sc.ha <sup>-1</sup>	%
<b>1996 cv.BR-16</b>	<b>CV(%) = 10,3</b>						
<i>BIOCROP Soja</i>	12,0	1,0	3.597 a <sup>2</sup>	60,0	-	6,8	12,7
<i>Testemunha</i>			3.191 a	53,2	-	0,0	0,0
<b>1999 cv.CD-201</b>	<b>CV(%) = 9,4</b>						
<i>Germinex SF</i>	24,0	1,2	3.320 a <sup>2</sup>	55,3	14,1 a	8,9	19,0
<i>Testemunha</i>			2.789 b	46,5	13,4 b	0,0	0,0
<b>1999 cv.CD-201</b>	<b>CV(%) = 6,4</b>						
<i>Quimifol CoMo PLUS</i>	15,0	2,5	3.428 a <sup>2</sup>	57,1	14,5 a	8,0	16,3
<i>Testemunha</i>			2.948 b	49,1	13,8 b	0,0	0,0
<b>1999 cv.CD-201</b>	<b>CV(%) = 6,8</b>						
<i>Ubyfol ML-71</i>	17,5	2,5	3.260 a <sup>2</sup>	54,3	14,0 a	2,4	4,5
<i>Testemunha</i>			3.119 a	52,0	13,2 b	0,0	0,0

<sup>1</sup> Fonte: Adaptado de Broch & Fernandes, 1999;

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>3</sup> PCS=peso de cem sementes (g);

<sup>4</sup> Variação na produtividade da soja, em sc.ha-1 e em %, em relação ao tratamento testemunha.

A aplicação de micronutrientes via semente aumentou significativamente a produtividade da soja e o peso de cem sementes, sendo este acréscimo de até 7,9 sc.ha<sup>-1</sup> e de 7,5g, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 10). O aumento na produtividade dos três melhores tratamentos foi de 7,2 sc.ha<sup>-1</sup> e, em 0,66g no peso de cem sementes. O aumento na produtividade, de todos os produtos utilizados, foi de 6,3 sc.ha<sup>-1</sup> e em 0,53g no peso de cem sementes.

Conforme Broch & Fernandes (1999), entre os cinco produtos testados, os dois que tiveram melhor desempenho foram os que apresentaram somente Mo e Co em sua composição, mostrando que para esta região, o aumento na produtividade da soja é devido ao Mo e ao Co (Tabela 10).

**Tabela 10.** Produtividade da soja ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), cv.CD-201, em resposta ao uso de micronutrientes via semente. Maracaju/MS. Fundação MS. 1999<sup>1</sup>.

Tratamento	Dose.ha <sup>-1</sup>	g.ha <sup>-1</sup>		Produtividade <sup>2</sup>		PCS <sup>3</sup>	Variação <sup>4</sup>	
		Mo	Co	kg.ha <sup>-1</sup>	sc.ha <sup>-1</sup>	g	sc.ha <sup>-1</sup>	%
GRAP 180	100 ml	18	2	3.522 a <sup>2</sup>	58,7	14,5 ab	7,9	15,4
GRAP MoCo	100 g	25	2	3.465 ab	57,8	14,4 abc	6,9	13,6
GRAP RF – 48	200 g	20	2	3.463 ab	57,7	14,6 a	6,9	13,5
GRAP – J	200 g	30	2	3.463 ab	57,7	14,5 ab	6,9	13,5
GRAP – 12 Fluid	300 ml	18	3	3.227 bc	53,8	14,0 bc	2,9	5,8
Testemunha	-	-	-	3.051 c	50,9	13,9 c	0,0	0,0
C.V. (%)		6,00						

<sup>1</sup> Fonte: Adaptado de Broch & Fernandes, 1999;

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

<sup>3</sup> PCS= peso de cem sementes (g);

<sup>4</sup> Variação na produtividade da soja, em  $\text{sc}\cdot\text{ha}^{-1}$  e em %, em relação ao tratamento testemunha.

Todas as cultivares responderam positivamente ao uso de micronutrientes (Cofermol L) aplicados via semente (Tabela 11). O aumento médio das cinco cultivares, proporcionado pela aplicação de micronutriente, foi de 4,9  $\text{sc}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Tabela 11.** Produtividade da soja ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), cv.CD-201, em resposta ao uso de micronutrientes via semente. Maracaju/MS. Fundação MS. 1999<sup>1</sup>.

Tratamentos	Mo	Co	CD-201	CD-202	BR 16	OC 16	EMBR-64	Média		Variação <sup>3</sup>	
	g.ha		kg.ha					sc.ha <sup>-1</sup>	sc.ha <sup>-1</sup>	%	
Cofermol L-360ml.ha	18	3,6	4577 a <sup>2</sup>	<b>4567 a</b>	4251 a	4333 a	<b>3688 a</b>	<b>4.283 a</b>	71,38	4,9	7,4
Testemunha	-	-	4342 a	<b>4076 b</b>	4061 a	4154 a	<b>3309 b</b>	<b>3.988 b</b>	66,47	0	0
<b>Média</b>	-	-	<b>4459 A</b>	<b>4321 AB</b>	<b>4156 B</b>	<b>4244 AB</b>	<b>3498 C</b>				
C.V. (%) = 6,9											

<sup>1</sup> Fonte: Broch & Fernandes, 1999;

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

<sup>3</sup> Variação na produtividade da soja, em  $\text{sc}\cdot\text{ha}^{-1}$  e em %, em relação ao tratamento testemunha.

A cultivar que mais respondeu à aplicação de micronutrientes via semente foi a CD-202 e a que menos respondeu foi a OC 16. A maior produtividade foi obtida com a aplicação de micronutrientes, utilizando-se a cultivar CD-201 (4.577  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

ou 76,3 sc.ha<sup>-1</sup>). Isto mostra que, em solo fértil e equilibrado, utilizando-se cultivar com alto potencial produtivo e em condições climáticas favoráveis, é possível alcançar produtividade de soja superiores a 4.500 kg. ha<sup>-1</sup> (Tabela 11).

Portanto, nas mesmas condições de cultivo, há diferentes respostas das cultivares à aplicação desses micronutrientes.

## Considerações Gerais

### Embrapa Soja

Conforme os resultados apresentados, verifica-se que a aplicação de Mo influenciou positivamente no aumento da produtividade de grãos da soja e no aumento da percentagem de proteína nos grãos, nos testes realizados em vários anos e locais no Brasil. Na Tabela 12 é mostrado um resumo destes resultados, onde utilizaram-se os tratamentos extremos ou seja sem Mo e o tratamento com máxima produtividade e a média de todos os tratamentos onde se aplicou Mo via sementes.

**Tabela 12.** Produção de grãos de soja, kg.ha<sup>-1</sup> e (%), média de três anos em Londrina, e na safra 1994/95 em Medianeira, Ponta Grossa e Balsas, em função de tratamentos com e sem Mo, aplicados via semente. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Local	Ano	Test. <sup>1</sup>	Mo1 <sup>2</sup>	Mo2 <sup>3</sup>
Londrina, PR	1992/93	3117 (100 <sup>4</sup> )	3465 (111)	3597 (115)
	1993/94	2668 (100)	3740 (140)	3916 (147)
	1994/95	2750 (100)	3650 (133)	4103 (149)
Média		2845 (100)	3618 (127)	3872 (136)
Medianeira, PR	1994/95	2075 (100)	2783 (134)	3175 (153)
Ponta Grossa, PR	1994/95	2088 (100)	2384 (114)	2700 (129)
Balsas, MA	1994/95	2792 (100)	3103 (111)	3643 (130)
Média		2450 (100)	2757 (113)	3173 (129)
Média Geral		2648 (100)	3188 (120)	3523 (133)

<sup>1</sup>Test. Sem aplicação de Mo;

<sup>2</sup> Mo1 Médias de todos os tratamentos com Mo aplicados via semente;

<sup>3</sup> Mo2 Médias do melhor tratamento, aplicado via semente;

<sup>4</sup> Porcentagem em relação à testemunha.

Houve um acréscimo de 36% na média dos três anos em Londrina, PR e, na safra de 1994/95, de 53% em Medianeira, PR, de 29% em Ponta Grossa, PR e de 30% em Sambaíba, MA, com um acréscimo médio nesses três últimos locais de 29% na produtividade de grãos de soja. Considerando os três anos em Londrina e os três locais na safra de 1994/95, houve um acréscimo de 20% na produção de grãos, na média de todos os tratamentos contendo Mo. A percentagem de proteína teve um aumento médio de cinco pontos percentuais (exceção em Ponta Grossa), nos vários locais e anos estudados (Tabela 13).

**Tabela 13.** Teor de Proteína nos grãos de soja (%), média de três safras em Londrina (PR) e safra 1994/95 em Medianeira (PR), Ponta Grossa (PR) e Balsas (MA) em função de tratamentos com e sem Mo, aplicados via semente. Embrapa Soja, Londrina, PR.

<i>Local</i>	<i>Ano</i>	<i>Test.<sup>1</sup></i>	<i>Mo1<sup>2</sup></i>	<i>Mo2<sup>3</sup></i>	<i>Mo2 - Test.<sup>4</sup></i>
<i>Londrina, PR</i>	<i>1992/93</i>	<i>38,52</i>	<i>41,92</i>	<i>43,47</i>	<i>4,95</i>
	<i>1993/94</i>	<i>35,39</i>	<i>37,76</i>	<i>40,32</i>	<i>4,93</i>
	<i>1994/95</i>	<i>34,46</i>	<i>37,23</i>	<i>39,19</i>	<i>4,73</i>
<i>Média</i>		<i>36,12</i>	<i>38,97</i>	<b><i>41,00</i></b>	<b><i>4,88</i></b>
<i>Medianeira, PR</i>	<i>1994/95</i>	<i>31,97</i>	<i>34,00</i>	<i>37,28</i>	<i>5,31</i>
<i>Ponta Grossa, PR</i>	<i>1994/95</i>	<i>37,43</i>	<i>38,49</i>	<i>38,72</i>	<i>1,29</i>
<i>Média</i>		<i>34,70</i>	<i>36,25</i>	<b><i>38,00</i></b>	<b><i>3,30</i></b>
<i>Média Geral</i>		<i>35,41</i>	<i>37,61</i>	<b><i>39,50</i></b>	<b><i>4,09</i></b>

<sup>1</sup>Test. Sem aplicação de Mo;

<sup>2</sup> Mo1 Médias de todos os tratamentos com Mo aplicados via semente;

<sup>3</sup> Mo2 Médias do melhor tratamento, aplicado via semente;

<sup>4</sup> Diferença entre a média do melhor tratamento com Mo e a Testemunha.

Estes resultados evidenciam claramente o efeito da aplicação de Mo e Co sobre a produtividade da soja e, também, mostram a influência marcante desses nutrientes sobre a absorção de nitrogênio pelas plantas, com a atuação deles sobre a fixação biológica de N<sub>2</sub> e sobre a redução do nitrato com a translocação do nitrogênio para os órgãos reprodutivos da planta, com o consequente aumento do teor de proteína nos grãos da soja.

Na Tabela 14 são apresentados os dados de área, produção, rendimento e renda bruta da soja na safra de 2009/2010.

Como a tecnologia de aplicação de Mo e Co é utilizada em 100% da área cultivada com soja e, considerando um acréscimo de 20% na produtividade, conforme apresentado na Tabela 12, há um aumento de 49 para 59 sacas de 60 kg.ha<sup>-1</sup> na área total.

**Tabela 14.** Estimativa de renda bruta da soja no Brasil, com e sem aplicação de Mo e Co nas sementes, considerando os dados da cultura da safra 2009/2010. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2010.

Variável	Área Colhida	Produção Total		Rendimento		Renda Bruta	
	1000ha	1000t	1000sacas	kg.ha <sup>-1</sup>	sacas.ha <sup>-1</sup>	Total-1000R\$	R\$.ha <sup>-1</sup>
Total Brasil <sup>1</sup>	23.200	67.930	1.132.167	2.928	49	48.932.243	2.109
20% sobre 100% <sup>2</sup>	-	81.516	1.358.600	3.514	59	58.718.692	2.531
Acréscimo da tecnologia	-	13.586	226.433	586	10	9.786.449	<b>422</b>

<sup>1</sup> Considerando que a tecnologia do uso do Mo e Co seja usada em 100% da área cultivada.

<sup>2</sup> Considerando um aumento de produção de 20% com Mo e Co sobre 100% da área.

<sup>3</sup> Preços em set/2009: soja = R\$ 43,22/sc; MoCo = R\$ 10,00/ha

Considerando o preço da saca (60 kg) de soja de R\$ 43,22 (quarenta e três reais e vinte e dois centavos), ocorreria uma diferença de R\$ 422,00.ha<sup>-1</sup> em favor do uso da tecnologia. Se for incluído o custo do Mo e do Co de R\$ 10,00.ha<sup>-1</sup>, haveria um lucro líquido de R\$ 412,00.ha<sup>-1</sup> ou R\$ 9,79 bilhões na área total (Tabela 14).

## Fundação Mato Grosso do Sul<sup>2</sup>

Na Tabela 15, encontram-se resumidamente, os resultados obtidos nos 12 Estudos, conduzidos em quatro anos agrícolas, na região de Maracaju/MS, com a tecnologia de aplicação de micronutrientes via semente.

Em todos os Estudos, a maior parte dos produtos contendo micronutrientes (especialmente Mo e/ou Co), aumentaram a

<sup>2</sup> Fonte: Broch & Fernandes, 1999

produtividade da soja. De maneira geral, a maior resposta da soja foi devido ao molibdênio.

Todos os tratamentos constituídos apenas com Co, aumentaram a produtividade da soja, mostrando a importância deste elemento para a região. De modo geral, a aplicação de Mo e Co associados, deu maior resposta que suas aplicações isoladas.

A resposta da soja à aplicação de micronutrientes variou de ano a ano e de local para local, pois, considerando o melhor tratamento de cada estudo, o aumento na produtividade da soja variou de 2,4 sc.ha<sup>-1</sup> a 11,5 sc.ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha. Dentre os componentes do rendimento, a aplicação de Mo e Co via semente afeta principalmente o peso de cem sementes.

**Tabela 15.** Aumento na produtividade da soja (sc.ha<sup>-1</sup>), obtido em 12 Estudos, em resposta à aplicação de micronutrientes via semente. Maracaju/MS. Fundação MS. 1999<sup>1</sup>.

Trat.	Estudo												Média sc.ha <sup>-1</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 <sup>2</sup>	7,4	6,8	5,0	6,5	3,8	4,6	7,9	8,9	8,0	2,4	4,9	11,5	6,5
2 <sup>3</sup>	6,8	-	3,8	6,1	3,2	3,2	7,2	-	-	-	-	9,9	5,7
3 <sup>4</sup>	4,4	-	1,4	3,3	1,8	1,9	6,3	-	-	-	-	6,6	3,8
Test. <sup>5</sup>	58	53	49	52	53	64	51	47	49	52	67	58	54

<sup>1</sup> Fonte: Broch & Fernandes, 1999;

<sup>2</sup> Aumento na produtividade da soja (sc.ha<sup>-1</sup>), do tratamento que proporcionou maior produtividade em relação à testemunha;

<sup>3</sup> Aumento na produtividade da soja (sc.ha<sup>-1</sup>), média dos três tratamentos que proporcionaram maior produtividade em relação à testemunha;

<sup>4</sup> Aumento na produtividade da soja (sc.ha<sup>-1</sup>), média todos os tratamentos com aplicação de micronutrientes, em relação à testemunha;

<sup>5</sup> Média do tratamento testemunha em sc.ha<sup>-1</sup> (sem aplicação de micronutrientes via sementes).

## Recomendações

Pela consistência dos resultados alcançados, recomenda-se, pelas amplitudes testadas neste trabalho, a aplicação nas doses de (Figura 4):

**12 a 25 g.ha<sup>-1</sup> de Mo e 2 a 3 g.ha<sup>-1</sup> de Co<sup>1</sup>**

**Figura 4.** Recomendação para aplicação das doses

A aplicação deve ser efetuada em mistura com as sementes, por ocasião da semeadura, na operação que envolve a aplicação de fungicida e inoculante (*Bradyrhizobium*).

A aplicação pode, também, ser efetuada via foliar no máximo 15 dias após a semeadura da soja.

O Co está sendo recomendado junto ao Mo, devido à sua importância na fixação biológica do N do ar através do *Bradyrhizobium*, apesar de não ter influenciado, em geral, no aumento da produção de grãos nos testes efetuados.

Entretanto, pode ser que não haja reserva desse nutriente no solo e, assim, haver resposta à sua aplicação como aconteceu no Mato Grosso do Sul.

## Referências

BELLINTANI NETO, A.M.; LAM-SÁNCHEZ, A. Efeito de molibdênio sobre a nodulação e produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Científica**, Jaboticabal, v.1,p.13-17, 1974.

BORGES, A.C.; FREIRE, J.R.J.; BRAGA, J.A. Experimento sobre o efeito da calagem, molibdênio, enxofre e zinco sobre a nodulação e fixação do nitrogênio em soja. In: REUNION LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM - RELAR, 7., 1974, Resistencia. **Resumenes...S.l.:** s.n.t., [1974] Não paginado.

BROCH, D.L.; FERNANDES, C.H. **Resposta da soja à aplicação de micronutrientes**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1999. 56p. (Fundação MS. Informativo Técnico, 02/09).

BUZETTI, S.; MAURO, A.O.; VARGAS, J.T.D. Efeito de vários micronutrientes na cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). cv. UFV-1. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Relatório técnico científico**. Ilha Solteira; UNESP, 1981. p.66-68. (Curso de Agronomia).

CORREÇÃO e manutenção da fertilidade do solo. In: RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1996/97. Londrina, 1996. p.40-51 (Embrapa Soja. Documentos, 96).

CORREÇÃO e manutenção da fertilidade do solo. In: RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 2000/01. Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000. p.74-90 (Embrapa Soja. Documentos, 146).

GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. **Advanced Agronomy**, v.34, p.73-115, 1981.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80 p. (Documentos/Embrapa Soja. Documentos, 283).

KOLLING, J.; SCHOLLES, D.; BROSE, A. Efeito do molibdênio aplicado em diferentes formulações sobre a nodulação e rendimento de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense** v.17, p.239-248, 1981.

LAM-SÁNCHEZ, A.; AWAD, M. Efeito da simazina do molibdênio no rendimento, conteúdo protéico e nodulação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e da simazina no rendimento e conteúdo protéico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v.4, p.56-58, 1976.

MANEJO do Solo. In: RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura da soja no Paraná 1993/94. Londrina, EMBRAPA-CNPSO/OCEPAR, 1993. p16-29 (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 62).

MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; IGUE, T. Adubação da soja. VI - Efeitos do enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe e Mo) em latossolo roxo com vegetação de Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.26, p.373-379, 1967.

MASCARENHAS, H.A.A.; KIIHL, R.A.S.; NAGAI, V.; BATAGLIA, O.C. Aplicação de micronutrientes em soja cultivada em solos de Cerrado. **O Agrônomo**, Campinas, v.25, p.71-73, 1973.

PATE, J.S. Functional biology of dinitrogen fixation by legumes. In: HARDY, W.F.; SILVER, W.S. Eds. **A treatise on dinitrogen fixation. III-Biology**, New York: J. Wiley, 1977. p.473-518.

REISENAUER, H.M. Relative efficiency of seed-and-soil-applied molybdenum fertilizer. **Agronomy Journal**, v.55, p.459-460, 1963.

SINGH, M.; KUMAR, V. Sulfur, phosphorus, and molybdenum interactions on the concentration and uptake of molybdenum in soybean plants (*Glycine max*). **Soil Science**, v.127, p.307-312, 1979.

VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO D.; PEDROSO, P.A.C.; CASTRO, R.S.A. Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.349-352, 1984.

# AGROCETE

Nada melhor do que o tempo para demonstrar a solidez de uma empresa. No caso da Agro-cete, que completou 30 anos em 2010, essa comprovação é evidente. Sua trajetória no desen-volvimento de fertilizantes foliares e para tratamento de sementes, iniciou com a fundação de uma pequena empresa no interior do Paraná. Hoje é uma das maiores indústrias no ramo e grande colaboradora para o aumento da produtividade em várias regiões do país.

Atualmente conta com representantes e distribuidores em todo o Brasil, e também está pre-sente nos principais países do Mercosul. O segredo do sucesso? Para A. Ricardo de Figueire-do, diretor presidente, os dois pontos-chave dessa trajetória são: qualidade e seriedade. "Não se mantém no mercado empresas sem empreendedorismo dos gestores e sem o reconheci-mento das pessoas que lá trabalham, o respeito com os clientes e funcionários é fundamental para uma organização ter sucesso", afirma.

Para o futuro, os planos também são ousados! A Agro-cete não pára por aqui, continuará in-vestindo em novas tecnologias e desenvolvimento de produtos, sempre se adequando a reali-dade e a necessidade dos clientes.



[www.agrocete.com](http://www.agrocete.com)

**Embrapa**

---

**Soja**

Patrocínio:



**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

CGPE 8617