

## Épocas de aplicação e doses de fertilizante a base de cobre e zinco no rendimento de grãos de soja

Genilson Guinter Garcia<sup>1</sup>, Tiago Roque Benetoli da Silva<sup>1</sup> e Deonir Secco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, Estrada da Paca s/n (UEM - Fazenda), São Cristóvão, 87501-970 - Umuarama, PR - Brasil - Caixa-Postal: 65.

<sup>3</sup>Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estad. do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR

genilsongarcia@hotmail.com, trbsilva@uem.br, deonir@unioeste.br

**Resumo:** A adubação foliar, e a adição de nutrientes via tratamento de semente é uma técnica de nutrição complementar que fornece micro e macro nutrientes, e tem dentre muitas, a vantagem de melhor uniformização de distribuição dos nutrientes e seu baixo custo. Em experimento realizado em Bragantina-Assis-Chateaubriand/PR com LATOSOLO VERMELHO Distroférico, avaliou-se a resposta da soja a épocas de aplicação e doses de fertilizante a base de cobre e zinco no rendimento de grão de soja, via tratamento de semente e foliar. A cultivar utilizada foi a CD-212 RR com delineamento experimental em blocos casualizados, constituído de quatro tratamentos e cinco repetições. A quantidade foi de 109 mL ha<sup>-1</sup> de óxido de cobre em tratamento de semente e 35 dias após a emergência das plântulas, e 245 mL ha<sup>-1</sup> de óxido de zinco no tratamento de semente e 35 dias após a emergência das plântulas, em cobertura. Os parâmetros avaliados foram: Altura final das plantas, número final de grãos por vagens, número final de plantas, número de vagens por plantas, massa de mil grãos e produtividade de grãos. O tratamento de sementes conjuntamente com aplicação de cobre e zinco via foliar causou melhor desenvolvimento e produtividade da soja.

**Palavras-chave:** Manutenção, produtividade, uniformidade

### Application times and cobrium and zinc fertilizer rate on soybean yield

**Abstract:** The foliar fertilization, and the addition of nutrient saw treatment of seed is one technique of complementary nutrition that supplies to nutrient micron and macro, and has amongst many, the advantage of better uniformização of distribution of the nutrients and its low cost. In experiment carried through in Bragantina-Assis-Chateaubriand/PR with RED LATOSOLO Distroférico, it was evaluated reply of the soy the times of application and doses of fertilizer the base of copper and zinc in the income of soy grain, saw treatment of seed and foliar. To cultivate used it was CD-212 RR with experimental delineation block-type casualizados, consisting of four treatments and five repetitions. The amount was of 109 mL ha<sup>-1</sup> of copper oxide in treatment of seed and 35 days after the emergency of plântulas, and 245 mL ha<sup>-1</sup> of zinc oxide in the treatment of seed and 35 days after the emergency of plântulas, in covering. The evaluated parameters had been: Final height of the plants, final number of grains for string beans, final number of plants, number of string beans for plants, mass of a thousand grains and productivity of grains. The treatment of seeds jointly with application of copper and zinc saw foliar better caused development and productivity of the soy.

**Word-key:** Maintenance, yield, uniformity

## Introdução

O solo tem ação decisiva na vida das plantas, nele as raízes encontram apoio e substâncias químicas indispensáveis ao crescimento e frutificação. Na igualdade de outros fatores, o volume das safras varia com a quantidade de nutrientes existentes no solo (Malavolta *et al.*, 1997). Em Relação aos micronutrientes, muito embora sejam requeridos pelas plantas em pequenas quantidades, como são elementos essências, é imprescindível para que a planta consiga completar seu ciclo vegetativo e, por isso, não podem faltar durante o processo de nutrição das plantas (Luchese *et al.*, 2002).

A quantidade total do elemento representa a capacidade potencial do solo de fornecê-lo à planta e é função principalmente do material de origem e dos processos que atuaram na sua formação (Abreu *et al.*, 2001). Nas regiões temperadas, onde a maioria dos solos é relativamente jovem, o material de origem é predominantemente o fator que afeta a quantidade total do elemento no solo. Onde os processos de intemperização são mais intensos, como nas regiões tropicais (Abreu *et al.*, 2001).

Segundo Fontes, (1997) a expansão das áreas agrícolas resultantes do desenvolvimento do país, o aumento da produção e da produtividade decorrentes do uso de técnicas mais avançadas, a maior utilização do calcário e sua aplicação na camada de 0-10 cm de profundidade em quantidades recomendadas para a camada de 0-20 cm e a maior pureza dos fertilizantes NPK, que deixam de fornecer os micronutrientes como impurezas, têm contribuído para a ocorrência mais freqüente das deficiências de micronutrientes no solo, acarretando queda no rendimento das colheitas. Por outro lado, o descarte no solo de resíduos ricos em micronutrientes, em sua maioria também classificados como metais pesados, é uma preocupação atual, é o zinco têm uma importância indiscutível para as culturas Brasileiras por causa da ocorrência freqüente de sua deficiência. O cobre por sua vez, aumenta à resistência as doenças e da maior vigor às plantas, o que indica uma relação com os hormônios, há menor queda das folhas, flores e frutos. Por outro lado o excesso de cobre restringe o desenvolvimento das raízes e causa amarelecimento e queda posterior das folhas.

Segundo Luchese, (2002) a calagem e em consequência o aumento do pH de solos, leva uma maior atividade microbiana, maior mineralização da matéria orgânica, fazendo com que os dois processos colaborem no sentido de, em um primeiro momento, aumentar a disponibilidade dos micronutrientes e, em um segundo momento diminuir a mesma. Ainda segundo Mascarenhas *et al.* (1988), diz que níveis altos de aplicação de calcário deprime a concentração de zinco na soja, principalmente na folha. Outro fator que pode interferir na disponibilidade de Zn e Cu segundo Vitti e Trevisan, (2000) é a adubação fosfatada, que

forma precipitados pouco solúveis do  $\text{H}_2\text{PO}_4$  com cátions metálicos. O zinco é um micronutriente que, com mais freqüência, se mostra deficiente em solos brasileiros. Estima-se que cerca de 170 milhões de hectares de solos, sob vegetação de cerrado do Brasil central, seja deficiente, a carência deste micronutriente, refletindo no crescimento e na produção, pois desempenha importantes funções na planta (Lopes, 1984). O cobre é o micronutriente que com a matéria orgânica forma complexo mais estáveis, por isso, é comum a deficiência deste elemento em solo com teores elevados de matéria orgânica (Luchese *et al.*, 2002).

A fração de zinco ou de cobre que realmente importa à vida vegetal é aquela chamada disponível, acessível às raízes das plantas. A fração disponível pode ser associada ou correlacionada com índices, geralmente obtidos por métodos de extração química (Abreu *et al.*, 2001). Para produzir 1 tonelada de grãos, a soja absorve em média, aproximadamente 70g de Cu, sendo que 65% encontra-se na raiz e 15% na parte aérea e 20% nos grãos e de 215 g de Zn sendo que 26% encontra-se na raiz, 34% na parte aérea e 40% nos grãos, exportação está relativamente alta (Rosalem *et al.*, 1988). Em solos onde a deficiência não é severa, pode ser feita aplicação foliar ou mesmo tratamento de semente (Abreu *et al.*, 2001). O objetivo deste trabalho foi de avaliar o potencial da ação dos micronutrientes, cobre e zinco, no tratamento de semente e aplicações foliares, em parâmetros de rendimento de grãos e de desenvolvimento da cultura da soja.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na propriedade do Sr. Antonio Battista Bastos, lotes 198 e 199 da Gleba Primavera, com 18 anos de cultivo na sistema de plantio direto. A área é localizada no distrito de Bragantina, município de Assis Chateaubriand- PR. As coordenadas geográficas são: latitude sul de  $24^{\circ} 34' 29''$  e longitude oeste de  $53^{\circ} 34' 41''$  e altitude de 513 metros. A área apresenta relevo suave ondulado, declividade média de 2%, com sistema de terraceamento base larga, adequados à declividade do terreno. A chuva ocorrida no período de Outubro de 2007 a fevereiro de 2008, período de implantação do experimento, foi de 782 mm, conforme dados registrados e coletado por um pluviômetro do tipo copo, instalado no local do experimento. Os resultados da análise química da terra, antes da implantação do experimento foram: pH 5,93 (em água),  $\text{Ca}^{+2}$  7,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>,  $\text{Mg}^{+2}$  1,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>,  $\text{K}^{+}$  0,59 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>,  $\text{Na}^{+}$  0,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC (pH 7,0) 15,53 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC (efetiva) 9,64 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, SB62,06%, P disponível 9,27 mg dm<sup>-3</sup>, P (P-Rem.) 17,74 mg dm<sup>-3</sup>,  $\text{SO}_4^{2-}$  13,85 mg dm<sup>-3</sup>, Mn 104,26 mg dm<sup>-3</sup>, Fe 33,22 mg dm<sup>-3</sup>, Cu 7,38 mg dm<sup>-3</sup>, Zn 5,25 mg dm<sup>-3</sup>, B 0,74 mg dm<sup>-3</sup>, M.O 34,65 g dm<sup>-3</sup>, N 1,73 g dm<sup>-3</sup>.

O solo onde foi implantado o experimento é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, textura argilosa. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. A recomendação da quantidade a ser adubada na área foi efetuada conforme a análise de solo, realizado 35 dias antes do plantio. O modo de aplicação de óxido de cobre foi de, 109 mL ha<sup>-1</sup> no tratamento de semente e em cobertura e 245 mL ha<sup>-1</sup> de óxido de zinco no tratamento de semente e em cobertura, sendo que a cobertura para os dois nutrientes foram após 35 dias da emergência das plântulas. É para todos os blocos analisados foram utilizado os seguintes fertilizantes: KCL com 60% de K<sub>2</sub>O, a lanço na dose de 41 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a necessidade de fósforo suprida com adubo super simples na base, na dose de 318 kg ha<sup>-1</sup>, que apresenta 18% de fósforo e 12% de enxofre na sua composição.

A semeadura foi realizada em 19/10/2007, utilizou-se a semeadora de fluxo continuo da marca metasa, com espaçamento entre linhas de 45 cm, e profundidade de 5 cm para semente. As parcelas apresentaram dimensões de 3,60m de largura e 5,00m de comprimento para otimizar a utilização dos equipamentos disponíveis. Os tratamentos respeitaram a seguinte ordem:

T1 - (Testemunha) Apenas com adubação de base com super simples e KCL em cobertura; T2- Adubação de base com super simples, KCL em cobertura e 1,88 mL kg<sup>-1</sup> de semente de soja com óxido de cobre, e 4,24 mL kg<sup>-1</sup> de semente de soja com óxido de zinco.; T3 –Adubação de base com super simples, KCL em cobertura, e 1,88 mL kg<sup>-1</sup> de semente de soja com óxido de cobre e 109 mL ha<sup>-1</sup> via folha 35 dias após a emergência das plântulas com óxido de cobre, e 4,24 mL kg<sup>-1</sup> de semente de soja com óxido de zinco e 245 mL ha<sup>-1</sup> via folha com óxido de zinco aos 35 dias após a emergência das plântulas.; T4 - Adubação de base com super simples, cobertura com KCL e 109 mL ha<sup>-1</sup> de óxido de cobre e 245 mL ha<sup>-1</sup> de óxido de zinco via folha aos 35 dias após a emergência das plântulas.

A variedade utilizada no experimento foi a CD 212 RR de (ciclo precoce) e hábito de crescimento determinado. Antes do plantio as sementes foram tratadas com fungicida Carbendazin + Thiram, na dose de 100 mL para 50 kg de sementes, do produto comercial Derosal plus, (Bayer Cropscience Ltda.).

Os tratos fitossanitários utilizado para controle das ervas daninhas foram através de capina manual, aos vinte e cinco dias após a semeadura. Para o controle de pragas foi utilizado o inseticida Beta-ciflutrina (na dose de 20 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial Bulldock 125 SC) e Metamidofós (na dose de 500 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial Tamaron BR). Para

controle de doenças foi utilizado o fungicida Pyraclostrobin + epoxiconazole (na dose de 500 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial Opera).

O número de grãos por vagem e vagens por planta foi obtido a partir da contagem de 15 plantas selecionadas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

A altura final de planta foi obtida a partir da medida do nível do solo até a altura máxima da planta em cinco amostras de cada parcela. A população de plantas foi obtida através da contagem de plantas em três amostra de 1 m<sup>2</sup> em cada parcela.

Para a determinação da produtividade de grãos, foi feita a colheita manual da área central da parcela, totalizando 2,70 m<sup>2</sup>, sendo o material trilhado Mecanicamente, e pesado. Foi determinado o teor de umidade do grão para cada parcela e feita à correção do peso para 14% de umidade. A massa de mil grãos foi obtida através da contagem e pesagem de três amostras de mil grãos para cada parcela.

A análise estatística foi efetuada seguindo o modelo de análise de variância, ao delineamento com blocos casualizados. As médias foram comparadas pelo teste de Takey a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Pela Tabela 1, Percebe-se que a interação foi significativa para o fator grãos por vagem, à aplicação de Zn e Cu, no tratamento via semente e foliar (T3), obtendo maior média, 2,46 grãos por vagem, 16,6% superior a média encontrada na testemunha (T1), que foi de 2,11 grãos por vagem. O mesmo resultado foi encontrado por Andrade *et al.* (2000), que avaliando as limitações nutricionais no crescimento e produtividade do feijoeiro, em casa de vegetação, em quatro tipos de solo de várzea (Glei pouco húmico, Orgânico, Glei húmico e Aluvial), constatou que, onde foi adicionado o zinco houve acréscimo significativo na quantidade de grãos por vagem.

**Tabela 1** – Número de grãos por vagem e vagem por planta de soja, em função da utilização de zinco e cobre

Tratamento	Grãos/vagem	Vagem/planta
Testemunha	2,11 b	76,56 a
Via Semente	2,19 b	77,30 a
Via semente e foliar	2,46 a	80,64 a
Via foliar	2,15 b	77,12 a
CV%	5,09	10,72

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ainda na Tabela 1, a variável quantidade de vagem por planta não apresentou diferença significativa para os diferentes tratamentos, porém Borkert *et al.* (1994), descreve que a deficiência de zinco em cereais, faz com que a maturação atrasa e poucas vagens são produzidas, e que para Malavolta *et al.* (1997), essa deficiência pode causar esterilidade do grão de pólen.

Na Tabela 2 observa-se que a interação foi significativa para o fator altura de plantas às diferentes épocas de aplicação de Zn e Cu. Pode-se constatar que a média das aplicações com Zn e Cu em todas as parcelas, onde a adição foi via semente e aplicação foliar aos 35 dias após a emergência (T3), foi de 0,87 m, de altura de planta, deferindo-se da testemunha (T1) com menor altura, 0,82 m. Resultado este esperado, uma vez que, segundo Borkert *et al.* (1994), a deficiência de cobre causa necrose nas folhas mais novas, essa necrose se estende pelos folíolos, resultando em folhas com aparência de perda de turgidez e de água, parecendo que secaram, retardando assim o crescimento da soja, a cor da planta muda para verde acinzentado, verde azulado ou de cor de oliva. Borkert *et al.* (1994), também relata que os folíolos com deficiência de zinco ficam menores, com áreas cloróticas entre as nervuras, os tecidos cloróticos tendem a ficar de cor marrom ou cinza e morrem prematuramente. O zinco componente essencial de várias enzimas catalisadoras biológicas, e que permitem diversas reações de síntese da planta na formação principal do Ácido-Indol-Acético, que é um hormônio de crescimento e formação de proteínas. Ainda participam ativamente na formação do material de reserva como açúcares e amido (Malavolta *et al.*, 1997).

**Tabela 2 – Altura e população de plantas da soja, em função do uso de zinco e cobre**

Tratamento	Altura de plantas (m)	População de plantas ha <sup>-1</sup>
Testemunha	0,82 b	357.778 a
Via Semente	0,86 ab	356.667 a
Via semente e foliar	0,87 a	358.990 a
Via foliar	0,86 ab	355.555 a
CV%	2,69	1,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ainda na Tabela 2, mostra a população de plantas, onde as médias obtidas não foram significativas, e que Zn e Cu não influenciaram na germinação das sementes, resultado semelhante foi encontrado por Vieira *et al.* (1987), onde analisando o efeito da adubação de zinco sobre a qualidade fisiológica da semente de soja, constatou que não houve aumento no percentual de germinação. Experimento conduzido por Teixeira *et al.* (2005), em feijoeiro, também mostrou que zinco não influenciou na qualidade fisiológica das sementes de feijão.

Estão apresentados na Tabela 3, os resultados da massa de mil grãos de soja. Observa-se que a maior média de massa de mil grãos de soja foi de 105,78g, obtida com a aplicação de Zn e Cu via semente e uma aplicação foliar (T3), não diferindo da aplicação de Zn e Cu via foliar (T4) que foi de 105,3 g, porém superiores a média encontrada nas parcelas das testemunhas (T1) que foi de 98,48 g. Este resultado contraria Vieira *et al.* (1987), onde estudando o efeito fisiológico de Zn via solo na qualidade de semente de soja, não obteve resultados significativos na massa de mil sementes com aplicação de zinco.

**Tabela 3** – Massa de 1.000 grãos e produtividade da soja em função da utilização de zinco e cobre

Tratamento	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>
Testemunha	98,48 b	2.513 b
Via Semente	102,94 ab	3.104 ab
Via semente e foliar	105,78 a	3.163 a
Via foliar	105,38 a	3.161 a
CV%	2,63	11,04

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Conforme a Tabela 3 pode ser observada que diferentes épocas de aplicação de Zn e Cu interferiram significativamente na produtividade da soja. Observa-se também que a aplicação de Zn e Cu na semente e uma aplicação via foliar (T3) apresentaram maior produtividade, 3.163 kg ha<sup>-1</sup> de soja, deferindo da testemunha (T1), que obteve a menor (2.513 kg ha<sup>-1</sup>). Resultado semelhante foi encontrado por Galrão. (1999), onde em um LATOSOLO VERMELHO AMARELO, foi conduzido um experimento por três anos agrícola, comparando três métodos de aplicação de cobre, via solo, foliar e semente, onde propiciaram máxima produtividade de grãos. Para Malavolta *et al.* (1997) a carência de zinco é um dos fatores limitantes da produção agrícola de grãos, pois a maioria dos solos usados para cereais tem pouco zinco disponível, o que reduz a produção, como também a qualidade nutricional dos grãos. Outro fator que pode ter influenciado na produtividade final de grãos é o alto teor de M.O na área, segundo o que mostra a análise de solo, pois em solos com estas características, podem complexar Cu<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>, segundo Lopes *et al.* (1999).

### Conclusão

O tratamento de semente conjuntamente com aplicação de zinco e cobre via foliar causou melhor desenvolvimento e produtividade da soja.

### Referências

- ABREU, C.A.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.V. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal, CNPq, FAPESP, POTAPOS, 2001. p.133.
- ANDRADE, C.A.B.; FAQUIN, V.; NETO, A.E.F.; VEIGA, P.M.R.; ANDRADE, M.J.B. Fertilidade de solos de várzea do sul de Minas Gerais para o cultivo do feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia v.35, n.11, 2000.
- BORKERT, C.M; YORINORI J.T.; FERREIRA B.S.C.; ALMEIDA A.M.R.; FERREIRA L.P.; SFREDO G.J. Seja o doutor da sua soja. Embrapa-CNPSO. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.66 p.1-16, jun. 1994.
- FONTES, R.L.F. Pesquisa com micronutrientes em solos e plantas. Difusão dos resultados no Brasil. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro, Sociedade brasileira de Ciência do solo. 1997. 25p.
- GALRÃO, E.Z. Métodos de aplicação de cobre e avaliação da disponibilidade para à soja num latossolo vermelho amarelo franco-argilo-arenoso fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.23, p265-272, 1999.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, R. **Guia de fertilidade do solo - versão multimídia**. Lavras: UFLA/ANDA/POTAPOS,1999.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado:** características, propriedades e manejo. Piracicaba: POTAPOS, 1984. 162p.
- LUCHESE, E. B.; FAVER, L.O.B; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002, p.115.
- MALAVOLTA, E; VITTI, C. G; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, Princípio e aplicação**. 2.ed., Piracicaba: Potafos. 1997.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. Zinco nas folhas de soja em função da calagem. **Bragantia**, Campinas, v.1, p.137-147, 1988.
- ROSOLEM, C. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. **Efeito da trifluralina sobre a absorção de B, Cu, Fe, Mn e Zn pela soja**. Cientifica, Jaboticabal, v.16, p.29-50,1988.
- TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.83-88, 2005.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; BUZETTI, S. Efeito da adubação com zinco sobre a qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.9,n.1, p.107-111, 1987.
- VITTI, G.C.; TREVISON, W. Manejo de macro e micronutrientes, para alta produtividade da soja. **Informativo agronômico**, Piracicaba: Potafos, n. 90, p.12, 2000.