

EFEITO DO ZINCO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CAFEIROS (*Coffea arabica*) EM DIFERENTES MODOS DE FORNECIMENTO ¹

André Luíz Alvarenga Garcia ²; Antônio Wander Rafael Garcia ³; Rogério Pinto Reis Junior ⁴; Raimundo Andrade ⁵

¹ Trabalho financiado pela Fundação Procafé, Varginha- MG, www.fundacaoprocafe.com.br

² Pesquisador, M.Sc., Fundação Procafé, Varginha- MG, garcialmg@gmail.com

³ Pesquisador, MAPA/ Fundação Procafé

⁴ Pesquisador, Fundação Procafé, Varginha- MG, pintoreis@gmail.com

⁵ Técnico, Fundação Procafé, Varginha- MG

RESUMO: O zinco é um micronutriente essencial para a planta de café. Ele atua como ativador ou componente enzimático, limitante à produção do cafeeiro. É comum lavouras com deficiência intensa do micronutriente, são realizadas inúmeras pulverizações, sem ainda, adequação ideal do nível limiar nutricional. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de cafeeiros mediante o fornecimento de doses de Zinco sob diferentes formas de aplicação. O experimento foi instalado em casa de vegetação onde foram testadas três doses de sulfato de zinco via solo (0,025; 0,05 e 0,1 g /L de solo); sulfato de zinco a 0,5% via folha sendo duas, três e quatro aplicações, 0,05 g de ZnSO₄ / L de solo combinado com duas, três e quatro foliares a 0,5% de concentração. Foi incluído também, um tratamento sem o fornecimento de zinco. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições e parcelas de três vasos com três plantas cada. Foram avaliados a altura de plantas, diâmetro de caule, matéria seca total e análise mineral da planta inteira. Constatou-se que a absorção de Zn ocorre via solo ou folha, com elevação da relação de produção de matéria seca entre raiz/parte aérea, mediante fornecimento via solo e via folha com quatro foliares a 0,5% de ZnSO₄.

Palavras-chave: Micronutriente; deficiência; café

EFFECT OF THE ZINC APPLICATION MANNERS ON THE COFFEE SEEDLING DEVELOPMENT

ABSTRACT: Zinc is an essential micronutrient to coffee plant. It is involved in the enzyme activation associated with coffee production. Is common in coffee plantation with hard Zn deficiency spraying this nutrient many times, without known its suitable level. This work aimed to evaluate the influence of manners to Zn application on the coffee initial development. The experiment was conducted in a greenhouse and the following treatments were applied: three doses of ZnSO₄ in the soil (0.025, 0.050 and 0.101g Zn/L soil); two, three or four foliar applications of ZnSO₄ (0.5%); 0.05g Zn/L soil combined with two, three or four foliar applications of ZnSO₄ (0.5%). Treatment also included a control without Zn. A randomized completely desing, with three replicates and three pots (with three seedlings each) per plot was used. Were determined coffee seedling height, stem diameer, total dry matter and the whole plant Zn content. The Zn absorption occur via soil and when supplied through leave, with increases the dry matter of root in relation of shoot through supply in the soil and leaf with four ZnSO₄ (0.5%) foliar applications.

Key words: Micronutrient; deficiency; coffee.

INTRODUÇÃO

O zinco é um micronutriente que atua na planta como ativador ou componentes de muitas enzimas (Raven et al., 1996). Está entre os seis micronutrientes considerados essenciais para o cafeeiro, sendo considerado o mais limitante à produção de café no Brasil (Malavolta et al., 1980).

Embora sejam exigidos em pequenas quantidades, os efeitos dos micronutrientes no crescimento e na produtividade do cafeeiro são expressivos, e a falta de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas de produção (FERREIRA et al., 2001). As plantas com deficiência de Zn apresentam atrofiamento dos cloroplastos, com interferência na formação da clorofila e do triptofano, que é o precursor do ácido indol-acético, hormônio de crescimento vegetal (Haag, 1960). Os sintomas visuais de deficiência são caracterizados pela redução dos internódios, folhas pequenas e estreitas, formação de rosetas, morte de gemas terminais, menor vingamento floral, seca de ponteiros, superbrotaamento, folhas mais novas coriáceas e quebradiças, frutos menores, queda de frutos antes do amadurecimento e produção reduzida (Malavolta, Haag e Johnson, 1961).

Problemas com deficiência de Zinco têm sido observados em função de diferentes fatores como solos com pH elevado, adubação fosfatada excessiva, de pobreza do material de origem ou devido à extração ou remoção pelas colheitas. Franco (1982) esclarece que a carência do deste micronutriente no cafeeiro não é devido apenas à sua falta no solo. Resultados em diferentes condições de solo mostram que o zinco é fortemente adsorvido a argila e também a outros minerais do solo, ocorrendo sua deficiência mesmo em níveis adequados em solos argilosos. Dentre as interações entre nutrientes o P é o nutriente mais evidenciado na indução de deficiência de Zn. Pinton et al. (1993) constataram que o Zn desempenha importante papel na manutenção da integridade e seletividade das membranas da

raiz. Na sua ausência, a permeabilidade da plasmalema das células radiculares é aumentada para a absorção do fósforo (P), sendo apontada como uma das justificativas mais prováveis para a ocorrência de deficiência de Zn induzida por P na planta.

O Zn é absorvido pelas raízes do cafeeiro na forma de cátion ou como parte de quelatos, sendo também possível sua absorção pelas folhas nas mesmas formas. Mediante as quantidades exigidas e a velocidade de absorção, sua correção é mais fácil e rápida pela adubação foliar. Entretanto, alguns trabalhos tem evidenciado a ação positiva da aplicação de sulfato de zinco via solo em cafeeiros durante a fase de formação mesmo em solos argilosos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de cafeeiros mediante o fornecimento de doses de Zinco sob diferentes formas de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em dezembro de 2006, em casa de vegetação, na Fazenda Experimental de Varginha, MG, MAPA/Fundação Procafé, região Sul de Minas Gerais. As mudas de café utilizadas no ensaio foram produzidas em caixa de areia até o estágio fenológico de 3º par de folhas verdadeiras, e posteriormente transplantadas para vasos de plástico com capacidade de dez litros. As sementes foram coletadas, em campo de produção de sementes da cultivar Catuai Amarelo IAC62, preparadas na própria fazenda experimental.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e a parcela experimental representada por quatro vasos, com uma planta em cada.

O preenchimento dos vasos foi realizado com solo da camada sub-superficial peneirado, retirado em uma área com característica de baixa disponibilidade de Zn. Foram coletadas três amostras compostas do solo, encaminhadas ao laboratório de análises químicas, para determinação dos índices de nutrientes contidos. Com base nos teores nutricionais adequados de solo para plantio de cafeeiros (Garcia et al, 2005), foram misturados 720 g de P₂O₅, 600g de K₂O e 2000g de calcário dolomítico para cada mil litros de solo, para as devidas correções.

Mediante a determinação do teor médio de 1,1 ppm de zinco no solo, a demanda necessária do micronutriente para adequação do solo a três ppm foi empregada como dose intermediária nos tratamentos com o fornecimento via solo. Desta forma, foram testadas três doses de sulfato de zinco via solo (0,025; 0,05 e 0,1 g /L de solo); sulfato de zinco a 0,5% da solução de água somente via folha sendo 2, 3 e 4 aplicações e 0,05 g de ZnSO₄ / l de solo mais 2, 3 e 4 foliares a 0,5% de concentração. As foliares foram realizadas a cada 30 dias para quatro aplicações, a cada 45 dias para três aplicações e com um intervalo de 60 dias para a de duas aplicações, iniciadas 60 dias após o transplante. O número de aplicações e a concentração da solução de pulverização, foram definidas mediante as recomendações de nutrição mineral para cafeeiros da 5ª Aproximação (Garcia et al, 2005). O ensaio totalizou em dez tratamentos, com uma testemunha sem fornecimento de zinco.

A fim de se obter uma mistura uniforme do ZnSO₄ com o solo, o fertilizante foi diluído em 500 ml de água e distribuído com um borrifador manual sobre a mistura. Foram fornecidas 9g de N por planta, divididas em três aplicações sendo, 14, 45 e 75 dias após transplante, concomitante com foliares contendo ácido bórico a 0,5% de concentração em água.

As avaliações do ensaio foram realizadas em única época, sete meses após o transplante para vasos. As variáveis selecionadas para avaliação foram: Altura da parte aérea e diâmetro do caule das plantas, matéria seca e teor de Zn da parte aérea e do sistema radicular. Após avaliação da altura e do caule, as plantas foram retiradas dos vasos, e com o auxílio de água corrente, a parte aérea e o sistema radicular foram cuidadosamente lavados sob peneiras para evitar a perda de material vegetal. Após o processo de lavagem, as plantas foram mantidas à sombra, onde cortou e separou a parte aérea do sistema radicular e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas da Fundação Procafé para realização da análise mineral. As plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar, à 70°C, até peso constante, e posteriormente pesadas em balança eletrônica para determinação da matéria seca.

Foi utilizado o teste de Scott-Knott para comparação das médias, com o auxílio do programa Sisvar (Sistema de Análise de Variância), versão 4.0 (Ferreira, 2000). Adotou-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se constatou sintomas visuais de deficiência de zinco em nenhum dos tratamentos. Os teores de zinco analisados na parte aérea e no sistema radicular diferiram estatisticamente entre os tratamentos pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$) (Tabela 1).

De acordo com Malavolta (1986) a deficiência de Zn é geralmente constatada para teores foliares abaixo de 10 ppm em cafeeiros. Na avaliação do ensaio, apenas a testemunha apresentou índice dentro da faixa de carência, já para os demais tratamentos, os teores analisados na parte aérea das plantas ficaram acima do índice limiar.

Tabela 1. Zinco analisado em plantas de *coffea arabica* cultivadas em vasos, mediante diferentes doses e modos de fornecimento de ZnSO₄.

TRATAMENTOS	Zn analisado (ppm)	
	Parte Aérea	Sistema radicular
Testemunha	9,0 c	18,0 b
Via solo	0,025 g ZnSO ₄ /l solo	11,0 c
	0,05 g ZnSO ₄ /l solo	11,7 c
	0,1 g ZnSO ₄ /l solo	10,3 c
Via folha	Quatro foliares 0,5% ZnSO ₄	24,3 b
	Três foliares 0,5% ZnSO ₄	9,7 c
	Duas foliares 0,5% ZnSO ₄	12,7 c
Via solo+ folha	Quatro foliares+ 0,05 g solo	31,0 a
	Três foliares+ 0,05 g solo	11,0 c
	Duas foliares+ 0,05 g solo	16,7 c
CV (%)	11,8	18,0

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Semelhante aos resultados observados por Melo (1999), os tratamentos com quatro aplicações foliares de ZnSO₄ (0,5% de concentração) apresentaram os maiores teores de Zn na parte aérea, com ainda, incremento quando combinado ao fornecimento via solo (0,05 g ZnSO₄/L solo). A alta afinidade que Zn²⁺ dissociado do ZnSO₄, tem pelas cargas na parede celular, proporciona uma alta adsorção do micronutriente, sem absorção do mesmo (Ferrandini e Chamel, 1988). Desta forma, estes elevados índices sejam em parte representados pelo Zn adsorvido a parede celular, visto que o menor espaço de tempo entre a aplicação e avaliação foi do tratamento com quatro aplicações foliares. Considerando ainda que o transporte de Zn ocorre de forma ascendente no xilema das raízes para a parte aérea, o incremento constatado mediante fornecimento via solo, certamente ocorreu pela absorção radicular dos cafeeiros.

Segundo Pearson e Rengel (1995) em função da alta adsorção de Zn ao solo, sua absorção pelas plantas é mais eficiente e rápida pela adubação foliar com ZnSO₄.

Já no sistema radicular das plantas os maiores teores de Zn foram observados mediante o fornecimento de ZnSO₄/L de solo via solo somente. Assim como observado por Hermínia (2005), não foi observado incremento de Zn nas raízes mediante seu fornecimento via folha, segundo a autora, a mobilidade de Zn no floema do cafeeiro é mínima.

A relação entre matéria seca da parte aérea e raiz das plantas diferiu estatisticamente entre os tratamentos pelo teste Skott Knott (p < 0,05), não sendo observada diferença na matéria seca das partes separadas, no diâmetro de caule e altura das plantas (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da Matéria seca e das variáveis fenológicas de crescimento em plantas de *coffea arabica* cultivadas em vasos, mediante diferentes doses e modos de fornecimento de ZnSO₄.

TRATAMENTOS	Matéria seca (g)			Altura de plantas (cm)	Diâmetro de caule (cm)
	Aérea	Raiz	Aérea / Raiz		
Testemunha	263	105	2,6 a	46,13	0,79
Via solo	0,025 g ZnSO ₄ /l solo	232	127	1,9 b	50,5
	0,05 g ZnSO ₄ /l solo	262	127	2,0 b	48,6
	0,1 g ZnSO ₄ /l solo	285	138	2,0 b	51,7
Via folha	Quatro foliares 0,5% ZnSO ₄	297	144	2,1 b	47,8
	Três foliares 0,5% ZnSO ₄	279	125	2,4 a	48,0
	Duas foliares 0,5% ZnSO ₄	284	125	2,3 a	47,1
Via solo+ folha	Quatro foliares+ 0,05 g solo	269	167	1,6 b	47,7
	Três foliares+ 0,05 g solo	252	120	2,1 b	47,4
	Duas foliares+ 0,05 g solo	276	150	1,8 b	48,7
CV (%)	12,5	19,7	15,8	4,5	5,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de significância.

A diferença existente na relação entre a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, indica uma tendência de maior produção de raízes em relação à parte aérea, em todos os tratamentos que receberam ZnSO₄ via solo e também via folha em quatro aplicações foliares. Ao contrário do observado por Hermínia (2005) o fornecimento de zinco via solo induziu um maior desenvolvimento do sistema radicular em relação a parte aérea. O provável efeito tóxico do Zn em cafeeiros, observado pela autora em solução nutritiva, não ocorreu com substrato a base de solo com textura média. Segundo Ananth, Tyengar e Chokkanna (1965) a deficiência de Zn cessa a atividade meristemática na extremidade das raízes, causando a acumulação de material fenólico e tanínico, retardando a formação do triptofano e inibindo a multiplicação celular na região apical. Desta forma, considerando a reduzida translocação via floema, a

disponibilização de Zn no solo deve ter favorecido a atividade meristemática das raízes, sendo esta suprida também, com quatro aplicações foliares a 0,5% de concentração de ZnSO₄.

Assim como observado por Hermínia et al (2005) em cafeeiros e Pearson e Rangel (1994) em trigo, apesar de ter sido observado uma tendência de aumento das variáveis fenológicas (matéria seca, altura de planta e diâmetro de caule) em função do fornecimento de zinco, a análise estatística não detectou nenhuma variação. Segundo estes autores, possivelmente, a reserva de Zn contida nas sementes sejam suficientes para suprir a planta durante a fase inicial de desenvolvimento.

CONCLUSÕES

O fornecimento de ZnSO₄ via solo de textura média ou via folha em quatro aplicações a 0,5% de concentração, induzem um maior desenvolvimento do sistema radicular em relação a parte aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANTH, B. R.; TYENGAR, R. R. U.; CHOKKANNA, N. G. Widespread zinc deficiency in coffee in India. **Turrialba**, Costa Rica, v.15, n.21, p.71-87, abr./jun. 1965.

FERRADON, M.; CHAMEL, A. Cuticular retention, foliar absorption and translocation of Fe, Mn and Zn supplied in organic and inorganic form. *Journal of plant Nutrition*, v. 11, n. 3, p. 247-263, março, 1988.

FERREIRA, D. R. Análise estatística do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van & ABREU, C.A., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/Potafos, 2001. p.255-282.

FRANCO, C. M. Micronutrientes na cultura do cafeeiro. In: FUNDAÇÃO CARGIL. **Micronutrientes**. Campinas, 1982. p.75-89.

GARCIA, A. W. R. Nutrição de cafeeiros. In: MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bom Pastor, 2005. p. 89-150.

HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. Efeito das deficiências dos macronutrientes no crescimento e na composição química do cafeeiro cultivado em solução nutritiva. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.35, n.4, p. 273-289, 1960.

HERMINIA, E.P.M.; ZAMBINI, A.V.; LIMA, I.A.; NOVAES, R.F. Translocação e comportimentalização de Zn em função de doses aplicadas em feijoeiro e cafeeiro via radicular. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.003, p.491-497, 2005.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-275.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; JOHNSON, C. M. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. VI.Efeitos das deficiências de micronutrientes em *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo cultivado em solução nutritiva. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.18, p.147-167, 1961.

MELO, M. E.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F. D. Efeito da aplicação foliar de zinco na produção do cafeeiro (*Coffea arabica*, L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 84-95, 1999.

PEARSON, J.N.; RENGEL, Z. Distribution and remobilization of Zn and Mn during grain development in wheat. **Journal of Experiment Botany**, V.45, n.281, p. 1829-1835, 1994.

PEARSON, J.N.; RENGEL, Z. Uptake and distribution of ⁶⁵Zn and ⁵⁴Mn in wheat grown at sufficient and deficient level of Zn and Mn. **Journal of Experimental Botany**. V.46, n.288, p. 833-839, 1995.

PINTON, R.; CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Effect of zinc deficiency on proton fluxes in plasma membraneenriched vesicles isolated from bean roots. **Journal of Experimental Botany**, v. 44, n. 3, p. 623-630. 1993.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 5 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.