

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES EM LAVOURA CAFEEIRA EM PROPRIEDADES RURAIS DO SUL DO ESPÍRITO SANTO

**Raphael Luis Azevedo Brandão, Angélica Andrade Garcia, Daniel Ferreira Leal,
Isabele Andrade Garcia, Carlos Eduardo Costa Paiva, Felipe Vaz Andrade**

Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto
Universitário, s/nº, Guararema - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, rapabrandao@hotmail.com,
andradeangelica687@gmail.com, danielaleal942@gmail.com, isabeleandradeagarcia@gmail.com,
cecostapaiva@gmail.com, felipevazandrade@gmail.com

Resumo

Os micronutrientes são fundamentais para o desenvolvimento e produção das plantas, mesmo que em baixas quantidades. Contudo, não é frequente, através de sintomas visuais ou análise de solo, a ocorrência de problemas nutricionais associados aos micronutrientes. Este trabalho ressalta a importância dos micronutrientes presentes nos solos para o desenvolvimento das plantas e da análise de solo como meio para monitorar a disponibilidade destes em solos cultivados com café. Foram analisadas 142 amostras de solo sob cafeeiro, separando em *Coffea arabica* e *C. canéfora* realizadas pelo Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus Alegre/ES. Na TFSA foram determinados os teores disponíveis dos micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn). Os teores dos micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn) foram extraídos por Mehlich-1 e determinados por espectrometria de absorção atômica. O valor médio de Fe e Mn foram considerados níveis altos, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Espírito Santo. O teor médio de Cu (0,74 e 1,01 mg/dm³) foi interpretado como nível médio (0,5 e 1,5 mg/dm³).

Palavras-chave: Solo. Micronutrientes. *Coffea*. Análises de solo.

Área do Conhecimento: Engenharia agrônoma. Agronomia.

Introdução

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Apesar das pequenas quantidades exigidas de micronutrientes, comparadas com os macronutrientes, sua importância é igualmente fundamental para o desenvolvimento e produção das plantas (SANTOS et al., 2020). Contudo, não é raro a ocorrência de sintomas visuais relacionados a problemas nutricionais associados aos micronutrientes.

Os principais micronutrientes envolvidos no cultivo do cafeeiro incluem o zinco (Zn), o ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu). A falta de qualquer micronutriente pode resultar em sintomas de deficiência que prejudicam o crescimento, a produtividade e a qualidade do café produzido (EMBRAPA, 2021), principalmente pelo fato de estarem presentes nas enzimas ou atuarem como seus ativadores na planta.

Portanto, a manutenção de níveis adequados de micronutrientes no solo e a posterior disponibilidade para as plantas contribuem para a sustentabilidade e produtividade na lavoura cafeeira. A determinação dos níveis de micronutrientes presentes no solo é feita pela análise do solo. E com base nos resultados dessa análise, podem ser feitas recomendações específicas de aplicação de micronutrientes, evitando fornecimento inadequado à planta ou excessos na aplicação (EMBRAPA, 2020).

A análise de solos é o método que permite, antes ou após o plantio, conhecer a capacidade de um determinado solo em suprir os nutrientes para as plantas. É a forma mais simples, econômica e eficiente de interpretação de micronutrientes e constitui como base importante para a recomendação de quantidades adequadas, visando aumentar a produtividade das culturas.

Existem diversos sistemas de manejo que podem ser adotados para assegurar que o cafeeiro receba os micronutrientes necessários ao desenvolvimento, podendo ser por meio de fertilizantes orgânicos ou minerais (CARVALHO et al., 2012), por via solo ou foliar.

No presente trabalho o objetivo foi avaliar a disponibilidade de micronutrientes catiônicos em lavouras de café, em propriedades rurais na região Sul do Estado do Espírito Santo e cidades adjacentes.

Metodologia

As amostras de solo avaliadas neste estudo compõem grande parte da região sul do Estado do Espírito Santo, totalizando 142 amostras, representadas pelos municípios de Alegre/ES (35); Alfredo Chaves/ES (1); Alto Caparaó/MG (2); Apiacá/ES (3); Cachoeiro de Itapemirim/ES (2); Caputira/MG (2); Divino de São Lourenço/ES (16); Dolores do Rio Preto/ES (21); Espera Feliz/MG (2); Guaçuí/ES (5); Ibitirama/ES (5); Iconha/ES (4); Jerônimo Monteiro/ES (5); Mimoso do Sul/ES (16); Muniz Freire/ES (6); Muqui/ES (13); São José do Calçado/ES (1); Vargem Alta/ES (3).

As amostras de solo coletadas foram secas e peneiradas (malha de 2 mm) para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Na TFSA foram determinados os teores disponíveis dos micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn), que foram extraídos por Mehlich¹ e determinados por espectrometria de absorção atômica, segundo Teixeira et al. (2017).

Todos os procedimentos de análises químicas foram realizados no Laboratório de Análises de Solos do CCAE - UFES. Após a obtenção dos dados e interpretação dos resultados foram elaborados tabela e gráficos para melhor observação. A interpretação foi feita de acordo com os critérios do Manual de Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação (PREZOTTI et al., 2007) (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de interpretação para os micronutrientes (Fe, Zn, Cu e Mn) disponíveis no solo

Atributo	Unidade	Classificação		
		Baixo	Médio	Alto
Fe	mg/dm ³	<20	20-45	>45
Cu	mg/dm ³	<0,5	0,5-1,5	>1,5
Zn	mg/dm ³	<2,0	2,0-6,0	>6,0
Mn	mg/dm ³	<5,0	5,0-15,0	>15,0

Fonte: PREZOTTI et al., 2007.

Resultados

Ao analisarmos a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos (Fe, Cu, Zn e Mn) para o café arábica (tabela 2) e para o café conilon (tabela 3) podemos observar que os teores médios para Fe e Mn foram interpretados como altos, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Espírito Santo (Tabela 1) e validados pela maior proporção de número de amostras analisadas para esta classe de interpretação.

O teor médio de Cu para o café arábica (1,01 mg/dm³) foi interpretado como valor médio (entre 0,5 e 1,5 mg/dm³). Foi observada a mesma classe de interpretação para o café conilon (nível médio), com média de 0,74 mg/dm³. Para 73 e 86% das amostras avaliadas, para café arábica e conilon respectivamente, os níveis de Zn se enquadram em níveis baixos e médios de disponibilidade no solo.

Para o micronutriente Zn, considerando os cafés arábica e conilon, observou-se valores médios de 4,30 e 3,58 mg/dm³, respectivamente, ambos interpretados como níveis médios de disponibilidade no solo (Prezotti et al., 2007). Para ambas espécies de café avaliadas, em 85% das amostras avaliadas os níveis de Zn se enquadram em níveis baixos e médios de disponibilidade.

Tabela 2 - Número de amostras analisadas, média e desvio padrão para os teores de micronutrientes (Fe, Cu, Zn e Mn) para o café arábica.

Nível	n	Fe		n	Cu		n	Zn		n	Mn	
		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão
Baixo	7	14,42	4,33	25	0,22	0,14	21	0,96	0,44	13	3,34	0,96
Médio	0	0,00	-	19	0,80	0,25	30	3,58	1,11	10	10,59	3,66
Alto	53	59,64	34,6	16	2,51	1,34	9	14,51	10,83	37	43,88	28,20
Total	60	54,37	35,65	60	1,01	1,171	60	4,30	6,06	60	29,55	28,78

n = número de amostras avaliadas; Teor Médio = mg dm³. Fonte: o autor 2023.

Tabela 3 – Número de amostras analisadas, média e desvio padrão para os teores de micronutrientes (Fe, Cu, Zn e Mn) para o café conilon.

Nível	n	Fe		n	Cu		n	Zn		n	Mn	
		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão		Teor Médio	Desvio padrão
Baixo	15	14,82	3,12	38	0,23	0,13	44	0,95	0,47	17	3,28	0,88
Médio	0	0,00	-	33	0,81	0,26	26	3,52	0,99	21	9,42	2,92
Alto	67	83,65	52,47	11	2,31	0,71	12	13,31	5,95	44	49,38	26,81
Total	82	71,0	54,42	82	0,74	0,74	82	3,58	4,79	82	29,59	29,11

n = número de amostras avaliadas. Fonte: o autor 2023

Discussão

A baixa disponibilidade de micronutrientes relacionada ao crescimento de plantas se origina da baixa concentração no material de origem dos solos, e das perdas por lixiviação ao longo de sua formação, aliada fortemente a falta de reposição desses micronutrientes, que são extraídos pelas culturas (grãos, no caso do cafeeiro) e não são repostos via adubação, enquanto do cultivos desses solos para a produção agrícola.

O Fe é o quarto mineral mais abundante no solo, embora a sua disponibilidade para as plantas seja baixa. Este micronutriente, em grande parte das amostras analisadas, encontrou-se com níveis altos (> 45 mg/dm³). A maioria dos solos possuem teores adequados deste micronutriente. Entretanto, o pH do solo, o teor de matéria orgânica e também o teor de fósforo influenciam na disponibilidade de Fe no solo para as plantas. Níveis elevados de Fe podem reduzir o crescimento e, conseqüentemente, a produtividade das plantas. Porém, sintomas de deficiências são mais comuns em comparação a sintomas de toxidez.

A rápida conversão do Fe da forma solúvel para a forma insolúvel diminui problemas relacionados à toxicidade. O excesso de Fe no solo pode tornar as folhas mais claras, com lesões desde enegrecidas até cor de palha nas margens (GUPTA et al., 2001).

Depois do Fe, o Mn é o elemento mais abundante na crosta terrestre, sendo encontrado, principalmente, em rochas básicas (ou ferro-magnesianas). Nas amostras analisadas esse

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

micronutriente também foi encontrado em grande parte com níveis altos ($> 15 \text{ mg/dm}^3$). A disponibilização do Mn no solo é diretamente proporcional ao aumento da acidez, podendo gerar toxidez em solos ácidos. Esse problema pode ser evitado com a prática de calagem, que eleva o pH do solo (SALVADOR et al., 2003).

A deficiência de Zn ocorre em uma grande variedade de solos, principalmente com o cultivo intensivo ao longo do tempo, como no caso da cultura do café. Nas amostras analisadas interpretou-se que o micronutriente Zn apresenta valores médios ($4,30$ e $3,58 \text{ mg/dm}^3$), ou seja, níveis médios de disponibilidade no solo. A deficiência desse micronutriente é a mais comum dentre os micronutrientes, principalmente em solos intemperizados e em solos arenosos. Segundo Puga (2011) em solos tropicais ocorre baixa concentração de Zn e sua deficiência é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção dos cereais.

Dando importância aos valores de teor médio do micronutriente Cu para o café arábica, sendo interpretado como valor médio (entre $0,5$ e $1,5 \text{ mg/dm}^3$). Verifica-se que sua disponibilidade é afetada, principalmente, pelo pH do solo tendo sua solubilidade reduzida em solos de pH elevado (FERREIRA et al., 2001). Além do pH, a baixa disponibilidade de Cu pode ocorrer em solos com altos teores de matéria orgânica, onde este elemento pode ser complexado em formas orgânicas insolúveis, indisponíveis para as plantas (FERREIRA et al., 2001).

Conclusão

Os teores médios de Fe e Mn, para ambas as espécies de café avaliadas, foram interpretados como altos.

Mais de 40% das amostras avaliadas apresentaram teores médios de Cu interpretados com baixo para ambas as espécies de café.

Os teores médios de Zn foram interpretados com baixo para 53% das amostras para o café conilon e 35% para o café arábica.

A interpretação dos resultados da análise de solo é uma ferramenta fundamental para a avaliar a disponibilidade de micronutrientes no solo

Referências

CARVALHO, V. G. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M. Potencial de fertilizantes e corretivos no aporte de micronutrientes ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 931-938, 2012.

SANTOS, F. D.; FANTINEL, R.; WEILE, E. B.; CRUZ, J. C. FATORES QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO. **Tecno-Lógica**, v. 25, n. 2, 2021.

EMBRAPA. **Manejo de cafezais em produção: tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura brasileira**. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_manejo_cafezais_producao.pdf. Acesso em: 03 de agosto de 2023.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212689/1/COT-257-2020.pdf>. Acesso em: 03 de agosto de 2023.

GUPTA, U.C.; Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: Ferreira, M. E.; Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal. POTAFOS. 2001.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agronômicas**, v. 118, n. 2, p. 1-24, 2007.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PUGA, A.P. Modos de aplicação de zinco em milho e sorgo cultivados em Latossolo vermelho distrófico. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal. 2011.

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, R.; CABRAL, C.P.; Influência do boro e do manganês no crescimento e na composição mineral de mudas de goiabeira. *Ciência Agrotec.*, LAVRAS, v.27, n.2. 2003.

SILVA, A. A.; JUNIOR, P. A. C.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q. Teores de micronutrientes no solo e foliar com aplicação de fontes quelatadas e sulfatadas em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 28-37, 2014.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 4, 2017

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e a Universidade Federal do Espírito Santo.