

Óxido de magnésio, gesso e micronutrientes como fertilizantes granulados em *Coffea canephora*

Lucas Santos Satiro⁽¹⁾; Eduardo Stauffer⁽¹⁾; Arieli Altoé⁽²⁾; Felipe de Vaz Andrade⁽³⁾; Guilherme Kangussu Donagemma⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); Alto Universitário s/n, Alegre, ES; ⁽²⁾ Mestre em Produção Vegetal; UFES; Alto Universitário s/n, Alegre, ES; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Produção Vegetal; UFES; Alto Universitário s/n, Alegre, ES; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos; Rio de Janeiro, RJ, CEP: 24460-000

RESUMO: As lavouras de café do estado do Espírito Santo foram implantadas, de maneira geral, em solos que apresentam baixa fertilidade natural e baixos níveis de Ca e Mg, chegando a afetar o desenvolvimento das plantas. O calcário ainda é a fonte mais utilizada para atender a demanda desses nutrientes, entretanto há necessidade do desenvolvimento de fertilizantes que sejam fontes economicamente viáveis de cálcio e magnésio para adubações de reposição anual destes elementos. Este trabalho teve por objetivo avaliar, em experimento conduzido a campo, a utilização de óxido de magnésio associado ao gesso agrícola e a micronutrientes (zinco e boro), na forma de fertilizante granulado, na cultura do cafeeiro conilon (*Coffea canephora*). O delineamento experimental foi montado em blocos casualizados, utilizando seis tratamentos, com três repetições, sendo os tratamentos: controle (sem adubação); NPK; NPK + gesso agrícola; NPK + óxido de magnésio; NPK + gesso/MgO (70/30); e NPK + gesso/MgO (70/30) + Zn + B. Os teores de cálcio e magnésio se destacaram com a aplicação de gesso agrícola e dos granulados gesso 70/30 e gesso 70/30 + Zn + B. Os tratamentos com aplicação do granulado gesso/MgO (70/30) e gesso/MgO (70/30) + Zn + B tendem a maiores produtividades de café

Termos de indexação: adubação, cálcio e magnésio.

INTRODUÇÃO

O Espírito Santo destaca-se como segundo maior produtor brasileiro de café (CONAB 2012). Dentre as 82.587 propriedades rurais do Estado do Espírito Santo, o café é cultivado em aproximadamente 70 % delas, existindo no Estado mais de 550 mil pessoas que dependem diretamente do café como meio de vida. Com a expansão da cultura cafeeira no Estado do Espírito Santo as áreas mais férteis foram se esgotando e hoje as lavouras estendem por extensas áreas de solos com baixa fertilidade natural. Esse fato, aliado à elevada quantidade de nutrientes extraídos pelo cafeeiro, gera cada vez mais a necessidade de aplicação correta de adubos minerais e corretivos por parte

dos produtores a fim de maximizar sua produção, além de obter outros benefícios proporcionados pela adequada nutrição. Em vários trabalhos na literatura é evidenciada a exigência do cafeeiro pelos elementos Ca e Mg (Catani, 1967; Matiello et al., 2005) que são, respectivamente, o terceiro e o quarto nutrientes mais absorvidos pelo cafeeiro em produção. Esse trabalho tem como objetivo avaliar a utilização de óxido de magnésio associado ao gesso e micronutrientes (boro e zinco), na forma de fertilizante granulado, na cultura do cafeeiro (*Coffea canephora*) em experimento conduzido em condições a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura de *Coffea canephora* cv. Conilon no município de Alegre - ES, sob um Latossolo Vermelho Amarelo, iniciando-se em dezembro de 2011 e término em dezembro de 2012.

A lavoura de quatro anos é composta por plantas da variedade clonal de café "Incaper 8142 Conilon Vitória" plantadas em espaçamento de 3 m x 1,20 m. Os 13 clones que compõem a variedade foram dispostos em linhas, sendo que no experimento foram utilizadas apenas as linhas com o clone 02.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos (**Tabela 1**) com 3 repetições, e cada unidade experimental contendo seis plantas de café.

As doses dos tratamentos (**Tabela 1**) foram calculadas e aplicadas manualmente na superfície do solo na projeção da saia do cafeeiro.

Tabela 1:- Doses dos tratamentos utilizados.

Trat.	Doses
T1	Controle (sem adubação)
T2	NPK(1) (200g)
T3	NPK(1) (200g) + gesso agrícola (43,8g)
T4	NPK(1) (200g) + ox. de Mg (13,5g)
T5	NPK(1) (200g) + gesso 70/30(2) (43,8g)
T6	NPK(1) (200g) + gesso 70/30(2) + B

⁽¹⁾ Formulação 20-05-20; ⁽²⁾ Gesso 70/30 = 70% de gesso agrícola e 30% de óxido de magnésio; ⁽³⁾ Boro = 10 % de boro; ⁽⁴⁾ Zinco = 6,5 % de zinco.

Foram feitas aplicações dos tratamentos e do formulado NPK 20-05-20, que totalizaram cinco adubações, distribuídas no ano de acordo com a **tabela 2**.

Tabela 2 – Aplicação dos tratamentos e adubações.

Meses	Tratamentos	NPK(200g)
Dez/2011	X	
Jan/2012		X
Mar/2012		X
Set/2012	X	
Nov/2012		X

Após 30 dias da aplicação dos tratamentos, foram coletados das quatro plantas centrais de cada unidade experimental o 3º e o 4º pares de folhas de ramos produtivos do cafeeiro, localizados a meia altura da planta (um par de cada lado da planta), o material foi seco em estufa a 65 °C para posterior avaliação do estado nutricional (Ca, Mg e Zn) da lavoura durante a condução do experimento. Esse procedimento foi repetido de acordo com a **tabela 3**.

Os teores de Ca, Mg e Zn nas folhas do cafeeiro foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica após digestão nitroperclórica da matéria seca (EMBRAPA, 1997).

Tabela 3 – Época de coleta de folhas e frutos.

Meses	Folhas	Frutos
Jan	X	
Mar	X	
Jun		X
Set	X	
Dez	X	

A coleta de frutos foi realizada para determinação da produtividade da lavoura. Foram coletados os frutos das quatro plantas centrais de cada tratamento, para serem pesados separadamente, totalizando 72 plantas. Retirou-se uma amostra simples de 0,5 kg de frutos das quatro plantas centrais de cada unidade experimental. Formando uma amostra composta de 2,0 kg por tratamento e repetições totalizando 18 amostras compostas. As 18 amostras foram levadas para estufa com circulação forçada a 45° C até obter umidade entre 11 e 12 %, verificada por medidor de umidade modelo G800 da Gehaka AGRI e descascadas para obtenção da produtividade em quilos por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software SAEG versão 9.1 (2007). Os teores foliares de cálcio e magnésio foram avaliados por meio da comparação de médias por contrastes ortogonais, e testados pelo teste F nos níveis de 5 % e 10 % de probabilidade. A produtividade do cafeeiro foi avaliado por meio da

comparação de médias por contrastes ortogonais (**Tabela 4**) testados pelo teste F nos níveis de 10 % e 20 % de probabilidade.

Tabela 4 – Contrastes da produtividade e dos teores foliares de cálcio magnésio e zinco entre os tratamentos por coleta.

Tratamentos	⁽¹⁾ Contrastes ortogonais				
	C1	C2	C3	C4	C5
T1	-5	0	0	0	0
T2	1	-4	0	0	0
T3	1	1	-3	0	0
T4	1	1	1	-2	0
T5	1	1	1	1	-1
T6	1	1	1	1	1

⁽¹⁾C1: T1 vs T2 + T3 + T4 + T5 + T6 (-5,++++); C2: T2 vs T3 + T4 + T5 + T6 (-4,++++); C3: T3 vs T4 + T5 + T6 (-3,+++); C4: T4 vs T5 + T6 (-2,++); e C5: T5 vs T6 (-,+).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os contrastes entre os tratamentos para os teores de Ca, Mg e Zn são apresentados na **tabela 8**.

No contraste 1 (**C1, Tabela 8**), verifica-se para os teores de cálcio, magnésio e zinco valores negativos e significativos, provavelmente relacionado ao efeito diluição, ou seja, a concentração dos nutrientes é diluída com maior crescimento da planta (Jarrell & Beverly, 1981). Sendo observado em campo a diferença vegetativa entre os tratamentos com adubação em relação à testemunha, o mesmo também pode ser justificado pelos dados de produtividade do cafeeiro (**Tabela 5**), tendo o controle a menor produtividade comparado com os outros tratamentos.

Pelo contraste 2 observa-se que os tratamentos T3, T4, T5 e T6 quando comparados ao tratamento T2 disponibilizaram mais cálcio e magnésio para a planta (**C2, Tabela 8**), sendo que seus formulados contem os nutrientes citados a cima. Assim destacam-se os valores positivos e significativos para cálcio e magnésio. Os teores de zinco foram negativo e significativo, possivelmente pelo fato de só o tratamento T6 ter fonte de zinco, sendo essa quantidade insuficiente para representar valores positivos e significativos no contraste 2.

O cálcio apresentou valores negativos e significativos no contraste 3 da primeira coleta, o que é contraditório (**C3, Tabela 8**), pelo fato dos tratamentos T5 e T6 terem fontes de cálcio. O ocorrido pode estar relacionado ao fato da coleta ter sido realizada 30 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo que nos tratamentos T5 e T6, o cálcio é liberado para o solo de maneira mais lenta ao longo do tempo, por terem sido aplicados na

forma granulada.

Os contrastes C3 e C5 (**Tabela 8**) não apresentam diferenças significativas para os teores de cálcio, magnésio e zinco.

Pelo contraste 1, observa-se que os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 apresentam produtividades superiores, quando comparados ao tratamento T1, sem nenhum tipo de adubação (**C1, Tabela 6**).

Os tratamentos T3, T4, T5 e T6 tendem a produtividades superiores às do tratamento T2, este apenas com adubação NPK (**C2, Tabela 6**). Este resultado ressalta a importância da adubação com fontes de Ca, Mg, Zn e B na cultura do café. Os tratamentos T3, T4, T5 e T6 promovem aumentos de 10,0 %, 17,8 %, 16,0 % e 22,0 %, respectivamente, na produtividade média em relação ao tratamento T1 (**Tabela 5**).

A produtividade média dos tratamentos (1370,99 kg/ha) está abaixo da produtividade média para o café conilon (safra 2012) no Estado do Espírito Santo, que foi de 2080,8 quilos por hectare (CONAB, 2012). Porém, observa-se que o tratamento T6 atingiu produtividade média de 1506,6 quilos por hectare (**Tabela 5**), o que corrobora com a produtividade média das lavouras da região Sul de 1500,0 quilos por hectare.

Tabela 5 - Valores médios da produtividade do café.

Tratamento	Produtividade (kg/ha)
T1	1235,6
T2	1237,6
T3	1357,8
T4	1455,1
T5	1433,5
T6	1506,3

T1: controle; T2: NPK; T3: NPK + gesso agrícola; T4: NPK + MgO; T5: NPK + gesso/MgO (70/30); e T6: NPK + gesso/MgO (70/30) + Zn + B.

Vecchi (1993), estudando o efeito da utilização de calcário, óxido de magnésio e gesso em citros, observou que a aplicação da mistura óxido de magnésio e gesso proporcionou maior produção em relação à testemunha. Segundo o autor, esse comportamento pode estar relacionado à alta exigência da cultura por Ca e o aumento nos valores de cálcio no perfil do solo, com o emprego do gesso na mistura com o óxido de magnésio, e a diminuição da concentração de alumínio, acarretando, dessa forma, aumento significativo na produção.

Tabela 6 - Contrastes médios da produtividade do café.

Contrastes Ortogonais	Produtividade (kg/ha)
C1	162,47 [#]
C2	200,59 ^U
C3	112,09 ^{ns}
C4	14,80 ^{ns}
C5	72,86 ^{ns}

C1: T1 vs T2 + T3 + T4 + T5 + T6 (-5,++++); C2: T2 vs T3 + T4 + T5 + T6 (-4,++++); C3: T3 vs T4 + T5 + T6 (-3,+++); C4: T4 vs T5 + T6 (-2,++); e C5: T5 vs T6 (-,+). ^U e [#] significativo a 10 % e tendência a 20 % de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo teste de F.

CONCLUSÕES

A aplicação de gesso agrícola e dos granulados gesso 70/30 e gesso 70/30 + B + Zn tendem a maior produtividade da lavoura e aumento na disponibilidade de cálcio e magnésio para a planta.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo apoio técnico científico.

A Magnefétil Tecnologia em Magnésio LTDA pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

CATANI, R.A. Composição mineral do café. Experimentação cafeeira. Campinas: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto Agrônomo. p. 218-226. 1967.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2011 - Quarta Estimativa - Dezembro/2012. Brasília, 2012. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> >. Acesso em 21 de jan. de 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p. 1997.

JARRELL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances Agronomy*, San Diego, v.34, p.197-224, 1981.

VECCHI, R. E. Efeito do gesso e de diferentes corretivos de acidez em características químicas do solo, produção e estudo nutricional dos citros. 1993. 53p. Trabalho para conclusão de curso (graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

MATIELLO, J.B.; SANTIAGO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. & FERNANDES, D.R. Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações. Rio de Janeiro, MAPA/PROCAFE, 438p. 2005.

Tabela 7 – Médias dos teores foliares de Ca (g Kg^{-1}), Mg (g Kg^{-1}) e Zn (mg Kg^{-1}) de cada tratamento por coleta.

Coletas	Nutrientes	Tratamentos					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Janeiro	Ca	3,08	2,86	3,23	3,67	3,17	3,01
	Mg	1,13	1,04	1,14	1,13	1,19	1,07
	Zn	23,55	15,59	18,37	17,95	15,50	15,62
Março	Ca	18,16	16,15	16,70	17,60	18,14	17,91
	Mg	4,57	4,53	4,20	4,33	4,07	4,52
	Zn	6,17	5,60	8,35	7,88	9,90	6,50
Junho	Ca	17,58	12,06	15,12	16,66	15,84	15,13
	Mg	5,12	3,70	4,44	4,56	4,75	4,72
	Zn	6,17	5,60	8,35	7,88	9,90	6,50
Setembro	Ca	15,48	16,18	15,74	14,42	17,78	14,63
	Mg	5,49	4,92	5,36	5,70	6,69	5,47
	Zn	11,05	13,12	11,26	9,64	9,28	10,17
Novembro	Ca	6,31	6,34	6,69	6,86	7,24	6,30
	Mg	3,55	4,15	3,98	4,32	4,21	4,24
	Zn	10,72	10,09	9,59	10,23	9,28	10,31

Tabela 8 - Contrastes das médias dos teores de Ca, Mg e Zn da matéria seca nas folhas (MSF) do cafeeiro para os diferentes coletas.

Coletas	Nutriente	⁽¹⁾ Contrastes ortogonais				
		C1	C2	C3	C4	C5
Janeiro	Ca	0,11 ^{ns}	0,41 ^o	0,06 ^{ns}	-0,59 ^o	-0,16 ^{ns}
	Mg	-0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
	Zn	-6,94 ^{**}	1,27 ^{ns}	-2,02 ^{ns}	-2,39 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Março	Ca	-0,86 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,43 ^{ns}	-0,23 ^{ns}
	Mg	-0,24 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,45 ^{ns}
	Zn	1,48 ^{ns}	2,56 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-3,40 ^{ns}
Junho	Ca	-2,61 ^o	3,63 ^o	0,75 ^{ns}	-1,17 ^{ns}	-0,71 ^{ns}
	Mg	-0,69 ^o	0,92 ^o	0,23 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
	Zn	1,48 ^{ns}	2,56 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-3,40 ^{ns}
Setembro	Ca	0,27 ^{ns}	-0,53 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	1,78 ^{ns}	-3,15 ^{ns}
	Mg	0,14 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-1,22 ^{ns}
	Zn	-0,35 ^{ns}	-3,03 ^o	-1,56 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Novembro	Ca	0,37 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,94 ^{ns}
	Mg	0,63 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}
	Zn	-0,82 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	1,03 ^{ns}

⁽¹⁾ C1: T1 vs T2 + T3 + T4 + T5 + T6 (-5,++++); C2: T2 vs T3 + T4 + T5 + T6 (-4,++++); C3: T3 vs T4 + T5 + T6 (-3,+++); C4: T4 vs T5 + T6 (-2,++); e C5: T5 vs T6 (-,+). T1: controle; T2: NPK; T3: NPK + gesso agrícola; T4: NPK + MgO; T5: NPK + gesso/MgO (70/30); e T6: NPK + gesso/MgO (70/30) + Zn + B. **, ° significativo a 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo Teste de F.