

Adubação do *Coffea arabica* com óxido de magnésio associado ao gesso e micronutrientes.

Eduardo Stauffer⁽¹⁾; Natiélia Oliveira Nogueira⁽²⁾; Lucas Santos Satiro⁽¹⁾; Felipe Vaz Andrade⁽³⁾; Guilherme Kangussu Donagemma⁽⁴⁾; Paulo Alves⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alto Universitário s/n, Alegre, ES, CEP: 29500-000, eduardostauffer@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda em Produção Vegetal; UFES, Alto Universitário s/n, Alegre, ES, CEP: 29500-000; ⁽³⁾ Professor Adjunto; Departamento de Produção Vegetal; UFES, Alto Universitário s/n, Alegre, ES, CEP: 29500-000; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 24460-000; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo, Alto Universitário s/n, Alegre, ES, CEP: 29500-000.

RESUMO - O parque cafeeiro no Estado do Espírito Santo possui grande potencial de aumento de produção, necessitando principalmente de ser renovado, e manejado de maneira correta, principalmente em relação às práticas de calagem e adubação. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de óxido de magnésio associado ao gesso e a micronutrientes na forma de fertilizante granulado sobre os teores foliares de cálcio e magnésio, e a produtividade do cafeeiro arábica em experimento conduzido em campo. O experimento foi conduzido em uma lavoura de café arábica cv. Catucaí Amarelo 2SL, com início em dezembro de 2010 e término em junho de 2012. O delineamento experimental foi montado em blocos casualizados, utilizando seis tratamentos, com três repetições, sendo os tratamentos: Testemunha; NPK; NPK + calcário dolomítico; NPK + gesso agrícola; NPK + Gesso 70/30; NPK + Gesso 70/30 + Zn + B. Cada unidade experimental era composta de seis plantas de café. As amostras foliares foram coletadas do 3º e o 4º pares de folhas de ramos produtivos. A coleta dos grãos de café foi realizada na safra de 2010/2011 e na safra de 2011/2012. A aplicação dos tratamentos não elevaram os teores foliares de cálcio e magnésio para a faixa adequada do cafeeiro arábica em produção. A maior produtividade na safra 2011/2012 esta relacionada à aplicação do gesso 70/30 + Zn + B.

Termos de indexação: Fertilizantes; Nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O Espírito Santo destaca-se como segundo maior produtor brasileiro de café (CONAB, 2012). A cafeicultura atua como importante atividade do setor agropecuário representando a maior fonte de renda da agricultura no Estado e contribui para a sustentabilidade da economia com implicações no nível de renda da população (Fassio & Silva, 2007).

O modo de condução das lavouras é um dos fatores que dificulta no aumento da capacidade produtiva dos cafezais. Em sua maioria, as lavouras são conduzidas sem utilização correta de adubos e

corretivos de acidez do solo (Moreli, 2010).

O desenvolvimento de fertilizantes que sejam fontes econômicas e tecnicamente viáveis de cálcio e magnésio para o cafeeiro é de grande importância, à medida que para atender a demanda desses nutrientes do cafeeiro no País, a fonte mais utilizada ainda é o calcário.

Desta forma, esse trabalho teve por objetivo avaliar, em experimento conduzido em campo, a influência da aplicação de óxido de magnésio associado ao gesso e a micronutrientes na forma de fertilizante granulado sobre os teores foliares de cálcio e magnésio, e a produtividade do cafeeiro arábica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura de café arábica cv. Catucaí Amarelo 2SL, localizada no distrito de Celina no Município de Alegre-ES, com coordenadas geográficas 41°36'40" de longitude Oeste e 20°41'48" de latitude Sul.

O experimento foi realizado sob o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), utilizando seis tratamentos (**Tabela 1**), com três repetições.

Tabela 1 – Doses dos tratamentos utilizados.

Trat	Doses
T1	Testemunha (sem correção e adubação)
T2	NPK ⁽¹⁾ (150g)
T3	NPK ⁽¹⁾ (150g) + calcário dolomítico (160g)
T4	NPK ⁽¹⁾ (150g) + gesso agrícola (40g)
T5	NPK ⁽¹⁾ (150g) + gesso 70/30 ⁽²⁾ (40g)
T6	NPK ⁽¹⁾ (150g) + gesso 70/30 ⁽²⁾ + Zn ⁽³⁾ + B ⁽⁴⁾ (40g)

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

O experimento iniciou-se em dezembro de 2010 em uma lavoura de dois anos de idade, com espaçamento de 2,80 x 1,20 m, sendo conduzido até junho de 2012. A lavoura de café arábica antes da implantação do experimento apresentava teores foliares de cálcio e magnésio, de 8,9 g e 1,6 g kg⁻¹, respectivamente.

Cada unidade experimental foi constituída por seis plantas de café, sendo as quatro plantas centrais como área útil. As doses dos adubos e corretivos de acidez do solo foram calculadas e aplicadas na superfície do solo na projeção da copa

do cafeeiro de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos (**Tabela 1**).

Foram realizadas três adubações por ciclo fenológico, sendo a primeira aplicada em dezembro de 2010 com as doses dos tratamentos. A segunda e a terceira, respectivamente, aos 30 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos com 150g do formulado NPK 20-05-20 para as unidades experimentais com exceção da testemunha.

Foram realizadas sete coletadas de material foliar para avaliação (janeiro, março, junho e dezembro de 2011; e janeiro, março e junho de 2012). As folhas foram coletadas das quatro plantas centrais do 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), para avaliação do estado nutricional (cálcio e magnésio foliares) da lavoura durante a condução do experimento. Os teores de cálcio e magnésio nas folhas do cafeeiro foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica após digestão nitroperclórica da matéria seca (EMBRAPA, 1997).

A coleta dos grãos de café foi realizada na safra de 2010/2011 e na safra de 2011/2012. O café das quatro plantas centrais foi colhido separadamente para serem pesados, 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, que foram secas até atingir 11 % de umidade, beneficiada e pesada. Os dados obtidos foram usados nos cálculos para obtenção da produtividade em quilos por hectare (kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), utilizando-se o Software SAEG versão 9.1 (2007). Os teores foliares de cálcio e magnésio para comparação dos tratamentos em cada coleta, e a produtividade do cafeeiro entre os tratamentos para cada safra foram avaliados por meio da comparação de médias por contrastes ortogonais, e testados pelo teste F nos níveis de 5 % e 10 % de probabilidade (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Contrastes ortogonais dos teores foliares de cálcio e magnésio e das produtividades.

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 teores foliares médios de cálcio e magnésio dos tratamentos em cada coleta são apresentados na **tabela 3**.

Os contrastes dos teores foliares de cálcio e magnésio para comparação dos tratamentos em cada coleta são apresentados na **tabela 4**.

De modo geral, observam-se teores superiores de magnésio nos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 quando contrastados ao tratamento T1 (**C1, Tabela 4**), pelo fato dos tratamentos T5 e T6 apresentarem fonte de magnésio.

Para os teores de cálcio não foi observado o mesmo comportamento (**C1, Tabela 4**), provavelmente refere-se ao efeito diluição, ou seja, a concentração dos nutrientes é diluída com o maior crescimento da planta, fato que é amplamente relatado na literatura (Jarrell & Beverly, 1981), sendo observado à campo que o crescimento das plantas de café arábica do tratamento T1 foram menores que as plantas dos demais tratamentos.

Os teores de cálcio e magnésio apresentam diferenças significativas nos tratamentos T3, T4, T5 e T6 quando comparados ao tratamento T2 (**C2, Tabela 4**), pelo fato do tratamento T2 não ter recebido nenhuma fonte de cálcio e magnésio.

Analisando o contraste 3, verifica-se que a aplicação dos tratamentos T4, T5 e T6 proporciona os teores superiores de cálcio nas folhas frente ao tratamento T3 (**C3, Tabela 4**). De acordo com Borkett et al. (1987) o gesso promove aumento na concentração de bases, principalmente de cálcio, nas camadas subsuperficiais, proporcionando condições para um melhor desenvolvimento do sistema radicular, conseqüentemente aumentando a absorção de nutrientes pela planta.

De modo geral, verifica-se teores superiores de magnésio com a aplicação dos tratamentos T5 e T6, em comparação ao tratamento T4 (**C4, Tabela 4**), devido ao fato do tratamento T4 não ter recebido nenhuma fonte de magnésio.

Os valores médios de produtividade nas safras de 2010/2011 e 2011/2012 são apresentados na **tabela 5**.

Pelo contraste 1, observa-se que os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 apresentam produtividades superiores, quando comparados ao tratamento T1 (**C1, Tabela 6**). O mesmo comportamento foi verificado para as duas safras avaliadas.

Os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 promovem aumentos de 139 %, 39 %, 75 %, 76 % e 84 %, respectivamente, na produtividade média em relação ao tratamento T1 para a primeira safra do

cafeeiro (**Safra 2010/2011, Tabela 5**).

Para a safra de 2011/2012 os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 promovem aumentos de 474 %, 457 %, 530 %, 470 % e 573 %, respectivamente, na produtividade média em relação ao tratamento T1 (**Tabela 5**).

Na primeira safra a produtividade média dos tratamentos (403,2 kg ha⁻¹) está abaixo da produtividade média para o café arábica (safra 2012) no Estado do Espírito Santo, que foi de 984 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). Isto é justificado por ser a primeira safra do cafeeiro, que geralmente apresenta menores valores de produção.

Porém, para a segunda safra (2011/2012) observa-se na **tabela 5** que a produtividade média dos tratamentos (1.212 kg ha⁻¹) ultrapassou a produtividade média do Estado.

Esses resultados mostram a importância da adubação com cálcio e magnésio associado com zinco e boro, complementando a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.

Tabela 5 - Valores médios das produtividades nas safras de 2010/2011 e 2011/2012 do cafeeiro.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Safra 2010/ 2011	Safra 2011/ 2012
T1	238,83	234,60
T2	570,84	1346,20
T3	332,62	1306,25
T4	418,56	1477,03
T5	419,54	1337,67
T6	439,66	1578,24

Tabela 6 - Contrastes médios das produtividades safras de 2010/2011 e 2011/2012 do cafeeiro.

Contrastes ortogonais	Safra 2010/ 2011	Safra 2011/ 2012
C1	197,42 ^o	1174,48**
C2	-168,24	78,60
C3	93,30	158,07
C4	11,04	-19,07
C5	20,13	240,57

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 (-,+). Testados pelo teste F nos níveis de 5 % e 10 % de probabilidade. **, ^o significativo a 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

Os teores foliares de cálcio e magnésio após aplicação dos tratamentos se encontram abaixo das faixas adequadas para o café arábica em produção.

O tratamento com aplicação gesso 70/30 + Zn + B tende em maior produtividade de café para a safra 2011/2012.

AGRADECIMENTOS

Ao José Alexandre Pirovani por disponibilizar a lavoura de café para a realização desse estudo.

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

A Magnesita S.A. pelo fornecimento do óxido de magnésio utilizado neste estudo.

REFERÊNCIAS

BORKETT, C.M.; PAVAN, M. A.; LANTMAM, A. F. Considerações sobre ao uso do gesso na agricultura. Piracicaba, Pontafos, 1987.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Safra brasileira de café 2011/2012. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212p. 1997.

FASSIO, L.H.; SILVA, A.E.S. Importância econômica e social do café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; MUNER, L.H. DE. (Eds.) Café Conilon. Vitória, ES: INCAPER, 2007, cap.1, p. 37 – 49.

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

MORELI, A. P. Café: histórico, variedades e mercados. Disponível em: <<http://www.agais.com>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

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

Tabela 3 – Teores foliares médios de cálcio (g Kg^{-1}) e magnésio (g Kg^{-1}) dos tratamentos em cada coleta.

Coletas	Nutriente	Tratamentos					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Janeiro/2011	Cálcio	5,83	6,15	5,40	5,76	5,82	6,29
	Magnésio	1,27	1,41	1,54	1,72	1,64	1,63
Março/2011	Cálcio	5,29	6,34	5,09	5,51	5,71	5,97
	Magnésio	1,32	1,56	1,57	1,71	1,83	1,69
Junho/2011	Cálcio	4,80	3,66	4,12	3,60	3,84	4,35
	Magnésio	1,07	1,21	1,35	1,20	1,41	1,49
Dezembro/2011	Cálcio	7,84	4,36	6,03	5,73	5,59	5,09
	Magnésio	1,06	1,08	1,44	1,08	1,41	1,38
Janeiro/2012	Cálcio	8,81	8,82	8,07	8,30	7,96	9,01
	Magnésio	2,63	2,11	2,56	2,41	2,44	2,66
Março/2012	Cálcio	5,27	5,23	5,86	5,37	6,03	6,16
	Magnésio	1,24	1,17	1,71	1,24	1,61	1,55
Junho/2012	Cálcio	7,52	5,57	7,02	6,02	7,39	6,75
	Magnésio	2,47	1,57	3,08	1,77	2,44	2,88

Tabela 4 – Contrastes médios dos teores foliares de cálcio (g Kg^{-1}) e magnésio (g Kg^{-1}) entre os tratamentos em cada coleta.

Coletas	Nutriente	⁽¹⁾ Contrastes médios				
		C1	C2	C3	C4	C5
Janeiro/2011	Cálcio	0,05 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,47 ^{ns}
	Magnésio	0,32 ^{**}	0,23 ^o	0,13 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,0 ^{ns}
Março/2011	Cálcio	0,43 ^{ns}	-0,77 ^{ns}	0,64 ^o	0,34 ^{ns}	0,26 ^{ns}
	Magnésio	0,35 ^o	0,14 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
Junho/2011	Cálcio	-0,89 ^{**}	0,32 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,50 ^o	0,51 ^o
	Magnésio	0,26 ^{**}	0,16 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,24 ^{**}	0,08 ^{ns}
Dezembro/2011	Cálcio	-2,48 ^{**}	1,25 ^{**}	-0,56 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	-0,49 ^{ns}
	Magnésio	0,22 ^{ns}	0,24 ^o	-0,15 ^{ns}	0,32 ^{**}	-0,03 ^{ns}
Janeiro/2012	Cálcio	-0,38 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,05 ^{ns}
	Magnésio	-0,19 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Março/2012	Cálcio	0,45 ^{ns}	0,63 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,12 ^{ns}
	Magnésio	0,21 ^{ns}	0,36 ^{**}	-0,24 ^{ns}	0,35 ^o	-0,06 ^{ns}
Junho/2012	Cálcio	-0,97 ^o	1,22 ^{**}	-0,30 ^{ns}	1,05 ^{ns}	-0,64 ^{ns}
	Magnésio	-0,12 ^{ns}	0,98 ^{**}	-0,72 ^{ns}	0,89 ^{**}	0,44 ^{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 (-,+). Testados pelo teste F nos níveis de 5% e 10% de probabilidade. **, ° significativo a 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo Teste de F.