

ADUBAÇÃO ORGÂNICA DO CAFEIEIRO, COM USO DO ESTERCO DE GALINHA, EM SUBSTITUIÇÃO À ADUBAÇÃO MINERAL

André Luís Teixeira Fernandes¹, Felipe Santinato², Rodrigo Ticle Ferreira³, Roberto Santinato⁴

(Recebido: 31 de agosto de 2012; aceito: 13 de agosto de 2013)

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, estudar a viabilidade técnica na redução de níveis dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S), utilizados na adubação mineral do café, cultivar Catuai Vermelho IAC-144, através da adubação orgânica com esterco de galinha em doses crescentes de 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 t ha⁻¹, acrescidas proporcionalmente às doses de adubação mineral, desde o plantio até a terceira produção do cafeeiro. Nas três safras estudadas, todos os tratamentos realizados foram significativamente superiores em produção em relação à testemunha, de 107 a 145%, indicando a importância dos nutrientes N, P, K e S no cultivo do café no cerrado. Entre os tratamentos, a maior dose de esterco (20,0 t ha⁻¹) foi significativamente o tratamento mais produtivo; as demais doses não apresentaram diferença estatística, embora tenham proporcionado aumentos de 9 a 19% na produtividade, em relação ao tratamento exclusivamente mineral. No solo, observou-se que, em função das doses do adubo orgânico, ocorreu aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), nos níveis do cálcio (Ca), fósforo (P), boro (B), potássio (K), zinco (Zn) e manganês (Mn) e redução dos níveis de cobre (Cu). Na utilização de doses maiores do adubo mineral, ocorreu a redução do pH, da saturação de bases (V%), do Ca e do magnésio Mg. Nas doses maiores do esterco, não ocorreram alterações químicas significativas para o pH e V%. A matéria orgânica praticamente manteve-se estável. Os teores de N, P, K e S foliares em todos os tratamentos foram adequados e deficientes na testemunha. Nas doses utilizadas de N, P, K e S do experimento, pode-se recomendar uma redução de 14 a 100% do N, de 50 a 100% do P, de 8 a 58% do K e de 21 a 100% do S.

Termos para indexação: *Coffea arabica* L., nutrição orgânica, resíduos agropecuários.

FERTILIZERS ORGANIC COFFEE, WITH USE OF CHICKEN MANURE IN REPLACING THE MINERAL FERTILIZER

ABSTRACT: The aim of this work was to study the technical feasibility in reducing levels of the nutrients nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and sulfur (S), mineral fertilizer used in coffee, Red Catuai cultivar IAC-144 by organic fertilization with chicken manure in increasing doses of 2.5, 5.0, 10.0 and 20.0 t ha⁻¹ increased proportionally to the dose of mineral fertilizer from the planting to the third coffee production. In the three harvests, all treatments were significantly superior in production compared to the control, 107-145%, indicating the importance of N, P, K and S in coffee cultivation in the "cerrado", vegetation of the Brazilian interior. Among the treatments, the highest dose of manure (20.0 t ha⁻¹) was significantly more productive treatment, and the remaining doses were not significantly different, although they have provided increases 9-19% in productivity, compared to treatment only mineral. On the ground, it was observed that, depending on the dose of organic fertilizer, there was an increased cation exchange capacity (CEC), the levels of calcium (Ca), phosphorus (P), boron (B), potassium (K), zinc (Zn) and manganese (Mn), and lower levels of copper (Cu). The use of higher doses of mineral fertilizer, there was reduction in pH, base saturation (V%), and Ca and Mg. In larger doses of manure, no significant chemical changes to the pH and V%. Organic matter practically remained stable. The contents of N, P, K and S leaf in all treatments were adequate and deficient in witness. At the doses used of N, P, K and S of the experiment, one can recommend a reduction from 14 to 100% of C, 50 to 100% of P, from 8 to 58% K and 21 to 100% of S.

Index terms: *Coffea arabica* L., organic nutrition, agricultural residues.

1 INTRODUÇÃO

Com a proibição da utilização do esterco de galinha na composição da alimentação bovina em confinamento, sua disponibilidade tem sido relevante em várias regiões, notadamente no cerrado de Minas Gerais e Goiás. Constitui-se em uma fonte de matéria orgânica, com teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e

enxofre (S), além de fornecer micronutrientes que promovem efeitos benéficos ao solo. Dentre os tipos de esterco, apresentam-se o de galinhas poedeiras, o de frango que podem ser acrescidos de material com o uso da cama, sendo esta oriunda de palha de amendoim, de arroz, de café e outros resíduos, podendo ainda estarem presentes vários compostos orgânicos (MATIELLO et al., 2010).

¹Universidade de Uberaba/UNIUBE - Pró-Reitor de Pesquisa - Pós Graduação e Extensão - Av. Nenê Sabino - 1801 - Bloco R Bairro Universitário - 38.055-500 - Uberaba - MG - andre.fernandes@uniube.br".

²Universidade Federal de Viçosa/UFV - Campus Rio Paranaíba Rodovia MG , 230 - Km 7 - 38810-000 - Rio Paranaíba - MG fpsantinato@hotmail.com

³EDUCAMPO/CAPAL - Rua Maria Rita de Aguiar, 172 - Centro - 38183-000 - Araxá - MG - rodrigoticle@yahoo.com.br

⁴Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA - Rodovia Heitor Penteadó - Km 3 - Bairro Palmeiras 13.092-543 - Campinas - SP - roberto.santinato@agricultura.gov.br

A matéria orgânica melhora as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, que irão influenciar de forma direta ou indireta na fertilidade do solo (MALAVOLTA, 2006). A matéria orgânica auxilia no arejamento, na permeabilidade e na maior retenção de umidade do solo, fornecendo nutrientes de forma lenta e gradual às plantas e aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC). Segundo Assis e Romeiro (2004) e Malta et al. (2007), o uso exclusivo de adubos orgânicos na cultura do café implica em resultados negativos de produção em relação ao sistema convencional, com a utilização de adubos exclusivamente minerais, com perdas de produtividade. Assim, recomenda-se a associação entre adubos orgânicos e minerais a fim de obter um equilíbrio que condicione produtividades e mantenham adequadas as características físicas e químicas do solo. Santinato et al. (2010) avaliaram doses de esterco de curral e de galinha em associação com adubos minerais, obtendo incrementos de produtividade de 9 a 18% em relação à adubação mineral exclusiva, da mesma forma que os resultados obtidos por Barros et al. (2001). Na obtenção de resultados positivos ao se utilizar adubos orgânicos, deve-se considerar que cada fonte de matéria orgânica reage com o solo e fornece nutrientes às plantas de formas e velocidades diferentes, devido à sua composição nutricional e à relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio (C/N) que apresentam (RICCI et al., 2005). Ao testar diferentes fontes nutricionais orgânicas, na produção de mudas de café em tubetes, Santos et al. (2008) observaram que, ao utilizar a palha de café como adubo orgânico, os teores foliares de potássio foram superiores às demais fontes orgânicas utilizadas, enquanto que os teores foliares de cálcio e magnésio ficaram abaixo da faixa crítica. Na formação de mudas, Araújo et al. (2007), trabalhando com doses de compostos orgânicos, obtiveram aumentos nos teores foliares de N, K e Mg e redução de P, Ca, B, Cu, Fe e Mn (DIAS et al., 2009) com a adição de 40% de cama de peru que, em substrato artificial, favoreceu o desenvolvimento de mudas de cafeeiro. Já Fernandes et al. (2007) obtiveram resultados de produção sem diferença significativa para cafeeiro adubado com fertilizantes organominerais e fertilização mineral exclusiva.

Objetivou-se, neste trabalho, estudar a viabilidade técnica de reduzir os níveis de N, P, K e S da adubação mineral exclusiva do cafeeiro com a aplicação anual do esterco de galinha, como adubação orgânica em doses crescentes (2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 t ha⁻¹), acrescidas à adubação mineral reduzida proporcionalmente às quantidades destes nutrientes contidos no esterco de galinha, desde o plantio no sulco até a terceira safra em cobertura, período considerado como formação da lavoura de café.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em janeiro de 2006, no Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, em acordo com Fundação de Apoio a Tecnologia Cafeeira de Varginha MG (PROCAFÉ), no município de Araxá, MG, cujas coordenadas geográficas são latitude 19° 33'21"S e longitude 46° 58'08" W, altitude de 1040 m. O cultivo foi realizado em Latossolo Vermelho distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006), cujas análises físicas e químicas encontram-se na Tabela 1.

A cultivar utilizada no experimento foi a Catuaí Vermelho IAC 144, plantada no espaçamento 4,0 x 0,5 m, (5.000 plantas ha⁻¹). O experimento foi conduzido de janeiro de 2006 a agosto de 2010.

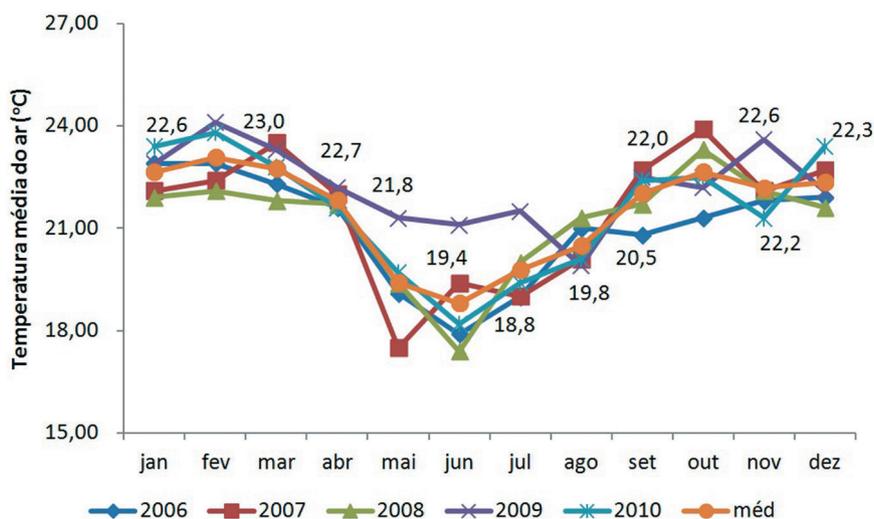
A topografia local é de 3% de declive, e o relevo é plano-ondulado. O clima da região é classificado como Cwa pelo método de Koppen, a precipitação média anual é de 1574 mm e a temperatura média anual é de 20,4 °C. Os dados meteorológicos durante a condução do experimento foram obtidos junto a uma estação agrometeorológica automática marca Davis, modelo Vantage Pro 2, instalada ao lado das parcelas experimentais, e encontram-se detalhados nas Figuras 1 e 2.

Nota-se que as temperaturas médias (Figura 1) foram inferiores a 19°C apenas em três meses, durante todo o experimento (junho de 2006, maio de 2007 e junho de 2008). Segundo Santinato, Fernandes e Fernandes (2008), abaixo de 19°C o cafeeiro reduz significativamente o seu crescimento, o que praticamente não ocorreu durante todo o experimento.

Na Figura 2, constam os dados de precipitação durante o experimento, cujos valores somaram 1.576, 1.611, 1.737, 1.812 e 1.481, respectivamente para 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.

TABELA 1 - Análises físicas e químicas do solo em estudo nas profundidades de 0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m, antes da implantação do experimento, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, Araxá, MG.

Análise Física	Argila: 46,7%	Silte: 6,3%	Areia grossa: 28,9%	Areia fina: 18,1%
Análise Química	Unidade	0 a 0,2 m	0,2 a 0,4 m	
Matéria Orgânica (oxi redução)	g.dm ⁻³	29,1	20,7	
pH sol CaCl ₂	-	4,7	4,0	
Fósforo (Resina)	mg.dm ⁻³	7,0	4,0	
Potássio (Resina)	mmolc.dm ⁻³	1,4	0,6	
Cálcio (Resina)	mmolc.dm ⁻³	8,8	4,8	
Magnésio (Resina)	mmolc.dm ⁻³	3,7	1,5	
Alumínio	mmolc.dm ⁻³	16,7	4,2	
Hidrogênio	mmolc.dm ⁻³	31,1	26,7	
H + Al	mmolc.dm ⁻³	47,8	30,9	
V%	%	22,5	18,2	
CTC	mmolc.dm ⁻³	61,7	37,8	
Enxofre (Fósforo cálcio)	mg.dm ⁻³	10,8	9,7	
Boro (Água quente)	mg.dm ⁻³	0,21	0,16	
Zinco (DTPA)	mg.dm ⁻³	4,6	3,9	
Cobre (DTPA)	mg.dm ⁻³	1,3	0,8	
Manganês (DTPA)	mg.dm ⁻³	7,1	6,9	

**FIGURA 1** - Temperatura média do ar durante todo o experimento, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte e quatro parcelas compostas por trinta plantas, em três linhas paralelas de dez plantas, sendo as oito centrais consideradas úteis para as avaliações. Os tratamentos utilizados foram: a testemunha, onde não realizou as adubações com os macronutrientes N, P, K e S,

outro tratamento com adubação mineral exclusiva com N, P, K e S, e quatro tratamentos com esterco de galinha, em doses crescentes de 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 t ha⁻¹ combinadas com adubação mineral reduzida proporcionalmente às quantidades dos nutrientes N, P, K e S contidos nas mesmas. Na Tabela 2, demonstram-se com detalhes os tratamentos estudados na condução do experimento.

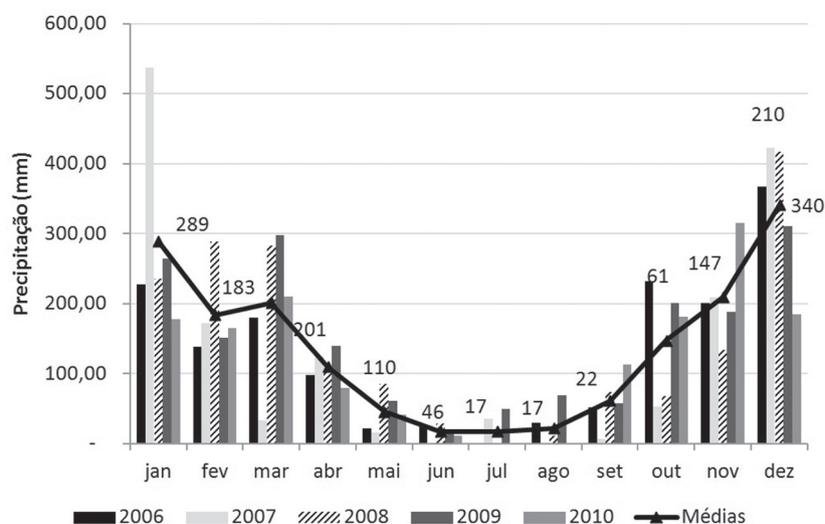


FIGURA 2 - Precipitação durante todo o experimento, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

TABELA 2 -

Tratamentos	Descrição
T1 (T)	Testemunha para ausência de N, P, K e S.
T2 (AME)	Adubação mineral exclusiva N, P, K e S.
T3 (2,5 EG + AMR1)	Adubação orgânica com 2,5 t.ha ⁻¹ de esterco de galinha mais adubação mineral reduzida de N, P, K e S contido no esterco.
T4 (5,0 EG + AMR2)	Adubação orgânica com 5,0 t.ha ⁻¹ de esterco de galinha mais adubação mineral reduzida de N, P, K e S contido no esterco.
T5 (10,0 EG + AMR3)	Adubação orgânica com 10,0 t.ha ⁻¹ de esterco de galinha mais adubação mineral reduzida de N, P, K e S contido no esterco.
T6 (20,0 EG + AMR4)	Adubação orgânica com 20,0 t.ha ⁻¹ de esterco de galinha mais adubação mineral reduzida de N, P, K e S contido no esterco.

Descrição dos tratamentos estudados no experimento, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, Araxá, MG.

A calagem para correção do solo foi realizada antes e após plantio, no período de cinquenta e quatro meses, realizada anualmente, seguindo-se a metodologia proposta por Raij (1996). Os demais insumos utilizados foram aplicados antes do plantio, no sulco e após o plantio, em cobertura, até os cinquenta e quatro meses de idade dos cafeeiros. Entre eles o Termofosfato magnésiano, o Monoamônio fosfato, o Cloreto de potássio, o Sulfato de amônio, a Uréia, e as aplicações foliares com Sulfatos de Zinco, Cobre, Manganês e Ácido bórico foram efetuadas de acordo com recomendações propostas por Santinato e Fernandes (2002), com as devidas reduções para os macronutrientes N, P, K e S contidos no esterco da galinha, conforme os tratamentos estudados. Na Tabela 3, estão apresentadas as doses, a forma de

aplicação e o parcelamento dos insumos colocados no sulco e em cobertura antes e após o plantio até aos cinquenta e quatro meses de condução do experimento.

As doses dos insumos Uréia, Sulfato de amônio, Cloreto de potássio, Monoamônio fosfato (MAP) e Termofosfato magnésiano (Yoorim Master IIS), utilizados no T2 (Adubação Mineral Exclusiva) foram reduzidos nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 com base nos teores anuais de N, P, K e S contidos no esterco de galinha. As doses de calcário foram definidas pela análise do solo de 0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m no plantio e 0 a 0,2 m nos demais períodos, limitada em 4 t ha⁻¹, no máximo, por ano (MATIELLO et al., 2010) e dividida por dois para aplicação em faixa (50% da área) após o plantio e nos períodos subsequentes. Os

micronutrientes Zn, B, Cu e Mn foram aplicados via foliar, três vezes ao ano na primavera, no verão e no outono nas concentrações de: Sulfato de Zinco 0,2; 0,3 e 0,5%, Sulfato de Cobre 0,1; 0,2 e 0,3%, Sulfato de Manganês 0,3; 0,4 e 0,6% e Ácido bórico 0,15; 0,3 e 0,4%, em caldas de 50; 150; 250 e 500 L ha⁻¹, do pós plantio aos 54 meses. Na Tabela 4, encontram-se discriminados os valores das análises químicas do esterco de galinha utilizados nos anos de condução do experimento e as garantias comerciais dos insumos utilizados.

O controle e o combate das principais pragas e doenças foram efetuados conforme recomendações

propostas por Santinato e Fernandes (2002), com fungicidas Triazóis associados às Estrobirulinas para o controle da Ferrugem (*Hemileia vastrix* Berk. & Broome) e Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke). Para o complexo Phoma e Ascochyta (*Phoma spp.* Saccardo e *Ascochyta spp.*), utilizou-se Boscalide. O Aldicarb foi utilizado no 1º e 2º anos e o Rynaxipir, nos demais anos, para controlar a infestação de Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville). Para o controle da Broca do café (*Hyppotenemus hampei* Ferrari), utilizou-se o Endosulfan, a partir da primeira safra, aos 30 meses.

TABELA 3 - Determinação dos insumos e suas doses utilizadas antes e após o plantio até 54 meses, no Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, Araxá, MG.

Insumos, modo e parcelamento	Doses (kg ha ⁻¹)					
	1	2	3	4	5	6
Calcário						
No plantio*	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
1ºAno** (1x)	0	0	0	0	0	0
2ºAno** (1x)	0	770	270	0	0	0
3ºAno** (1x)	0	670	430	0	0	0
4ºAno** (1x)	0	440	200	0	0	0
Total	4.000	5.880	4.900	4.000	4.000	4.000
Termofosfato magnésiano no sulco						
	0	1.250	860	470	0	0
Monoamônio fosfato**						
1ºAno (1x)	0	100	0	0	0	0
2ºAno (1x)	0	250	110	0	0	0
3ºAno (1x)	0	150	30	0	0	0
4ºAno (1x)	0	300	180	50	0	0
Total	0	800	320	50	0	0
Cloreto de potássio no sulco						
	0	125	80	30	0	0
Cloreto potássio**						
1ºAno (4x)	0	250	210	170	90	0
2ºAno (4x)	0	750	700	650	550	350
3ºAno (4x)	0	550	500	460	370	190
4ºAno (4x)	0	920	870	820	720	540
Total	0	2.595	2.360	2.130	1.730	1.080
Uréia**						
1ºAno (4x)	0	400	340	280	170	0
2ºAno (4x)	0	680	610	540	390	110
3ºAno (4x)	0	580	520	450	330	75
4ºAno (4x)	0	910	840	780	640	370
Total	0	2.570	2.310	2.050	1.530	555

Continua...

TABELA 3 - Continuação...

Sulfato de amônio**						
1ºAno (4x)	0	400	270	140	0	0
2ºAno (4x)	0	750	590	440	120	0
3ºAno (4x)	0	500	360	220	0	0
4ºAno (4x)	0	1000	860	700	410	0
Total	0	2650	2080	1500	530	0
Esterco de galinha						
No plantio*	0	0	2.500	5.000	10.000	20.000
1ºAno** (1x)	0	0	2.500	5.000	10.000	20.000
2ºAno** (1x)	0	0	2.500	5.000	10.000	20.000
2ºAno** (1x)	0	0	2.500	5.000	10.000	20.000
3ºAno** (1x)	0	0	2.500	5.000	10.000	20.000
Total	0	0	12.500	25.000	50.000	100.000

*Calcário aplicado em área total em cobertura.

**Insumos aplicados a 0,7 a 0,8 m da saia do café paralelamente a rua de café em cobertura.

TABELA 4 - Análise química do esterco de galinha e garantias comerciais dos demais insumos utilizados no experimento, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, Araxá, MG.

Períodos	Análise Química do esterco de Galinha									
	g. Kg ⁻¹					mg.Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Mn
No Plantio	2,37	2,48	1,09	9,61	1,1	0,87	125	78	150	501
1º ano	2,05	2,12	0,97	10,11	0,7	0,56	106	33	64	475
2º ano	2,51	2,6	1,2	8,73	0,8	0,66	201	95	115	396
3º ano	2,22	2,18	1,06	7,61	0,6	0,38	176	110	97	408
4º ano	2,37	2,42	1,19	11	0,9	0,9	109	81	78	279
Garantias Comerciais dos Insumos										
Calcário	PRNT = 82%; Ca 32% e MgO 16%									
Ureia	N 44%									
Sulfato de Amônio	N 20% e S 24%									
Monoamônico fosfato	N 9% e P 48%									
Yorim Master II S	P total: 18%, P solúvel ácido cítrico: 16%, Ca: 20%, Mg: 9%, Zn: 0,5%, B: 0,1%, Cu: 0,05% e Mn 0,12%.									
Sulfato de Zinco	Zn: 21% e S: 16%									
Sulfato de Cobre	Cu 24% e S: 18%									
Sulfato de Manganês	Mn: 25% e S: 15%									
Ácido Bórico	B: 17%									

As avaliações de produção do experimento constaram das três primeiras safras, com a colheita dos frutos das oito plantas centrais de cada parcela, quando apresentavam um máximo de 15% de frutos verdes. Os frutos colhidos tiveram

os volumes medidos através de recipiente graduado e colocados para secagem até o beneficiamento. Na determinação do peso do café beneficiado, realizou-se a transformação em sacas beneficiadas de 60,0 kg ha⁻¹ para cada parcela.

Nas avaliações complementares foram feitas análises foliares para N, P, K e S e análise do solo para matéria orgânica, pH, saturação de bases (V%), CTC, P, K, magnésio (Mg), cálcio (Ca), S, Zn, B, Cu e Mn, após a colheita em junho de 2008, agosto de 2009 e julho de 2010. O solo foi coletado na profundidade de 0 a 0,2 m na projeção da saia dos cafeeiros dos dois lados da linha de café, em quatro amostras simples por parcela, para gerar uma amostra composta. As folhas do 3º e 4º pares foram coletadas na terço médio dos cafeeiros, nos dois lados da linha de café, e com 50 pares por parcela. Os resultados de produtividade foram submetidos às análises da variância e de comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das três primeiras safras, após o plantio, e o total produzido no triênio encontram-se dispostos na Tabela 5 e representados na Figura 3. É evidente, de forma significativa, a superioridade de produção de todos os tratamentos adubados com N, P, K e S em relação à testemunha, demonstrando a importância desses nutrientes no solo em estudo para a adubação da cultura do café cultivado, no cerrado de Minas Gerais. O valor R% é o resultado, em porcentagem, da diferença de produtividade entre o tratamento em que se atribui o valor 100 e os demais tratamentos. Atribuindo-se para a testemunha o valor de R% igual a 100, os tratamentos adubados, no triênio, promoveram o

TABELA 5 - Resultados das produções de três safras em sacas 60,0 Kg ha⁻¹ de café beneficiado em função dos diferentes tratamentos utilizados, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

Tratamentos	1ª Safra	2ª Safra	3ª Safra	Total Produzido (Triênio)	R% ¹ para	
					T	AME
T1 (Testemunha)	30,9 c	26,8 b	33,0 b	90,7 c	100	-52
T2 (AME)	64,1 b	44,3 a	79,2 a	187,6 b	+107	100
T3 (2,5EG+AMR1)	66,7 ab	46,9 a	91,0 a	204,6 ab	+125	+9
T4 (5,0EG+AMR2)	71,9 ab	45,2 a	104,2 a	221,3 ab	+144	+18
T5 (10,0EG+AMR3)	75,6 a	45,0 a	86,7 a	207,3 ab	+128	+10
T6 (20,0EG+AMR4)	74,4 a	49,1 a	99,7 a	223,2 a	+146	+19
CV%	6,08	14,53	16,71	8,11		

¹R% = rendimento de cada tratamento comparando-se com a testemunha (T) e a adubação mineral exclusiva (AME)

*Em cada coluna para cada tratamento médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

*Tratamentos: AME: Adubação mineral exclusiva; EG: Esterco de galinha; AMR (1,2,3,4): Adubação mineral reduzida.

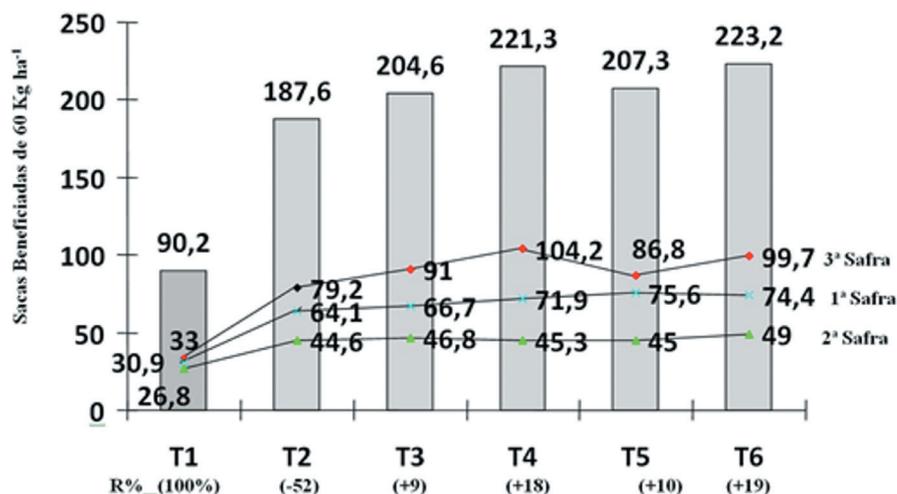


FIGURA 3 - Resultados das produções 1ª, 2ª e 3ª safras e o total produzido no triênio.

aumento de 107 a 146% na produção do cafeeiro. Comparando-se os tratamentos adubados entre si, verifica-se não haver diferenças significativas estatisticamente entre a adubação mineral e os tratamentos com o esterco de galinha até a dose de 10,0 t ha⁻¹.

Embora sem diferenças significativas, os tratamentos com esterco de galinha são de 9 a 18% superiores ao mineral exclusivo, quando se atribui o valor de R% de 100 para a adubação exclusivamente mineral, corroborando com resultados de outros autores (BARROS et al., 2001; SANTINATO et al., 2010), que trabalharam com adubação orgânica na cultura do cafeeiro. Fernandes et al. (2013b), avaliando a substituição parcial da adubação mineral exclusiva pela

adubação orgânica utilizando palha de café, alcançaram produtividades 16 a 19% superiores ao tratamento que utilizou somente fertilizantes minerais. A maior produtividade desses tratamentos pode estar relacionada às melhorias físicas, físico-químicas, químicas e biológicas que o esterco promoveu e condicionou ao solo, bem como a disponibilidade constante dos nutrientes do mesmo, de forma lenta e gradual, que reduz perdas por lixiviações.

Alguns dos efeitos no solo promovidos pelo esterco de galinha são observados na Tabela 6, cujas médias de cada parâmetro (análises químicas físicas), avaliadas pelas análises de solo, no triênio estudado, constam nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

TABELA 6 - Resultados de Análise química de solo em 0 a 0,2 m, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

Análises	Períodos	Tratamentos						CV%
		1	2	3	4	5	6	
Matéria Orgânica (Oxi-redução) g dm ⁻³	1ª Safra	66 a	60 a	61 a	57 a	63 a	66 a	9,53
	2ª Safra	38 ab	39 b	38 ab	37 ab	34 b	43 a	9,04
	3ª Safra	28 a	28 a	26 a	26 a	26 a	26 a	16,16
	Média	44	42	41	40	41	45	CV%
pH (CaCl ₂)	1º ano	5,7 ab	4,7 c	5,0 bc	5,6 ab	5,9 a	6,4 a	6,85
	2º ano	6,1 ab	4,8 d	5,0 cd	5,4 cd	5,5 bc	6,7 a	4,73
	3º ano	5,4 ab	5,4 b	5,6 ab	5,8 ab	6,1 a	6,4 a	4,53
	Média	5,7	4,9	5,2	5,6	5,8	6,5	CV%
V%	1º ano	75 a	49 c	58 bc	64 ab	73 a	64 abc	11,59
	2º ano	75 a	42 d	51 cd	61 c	63 bc	75 a	8,8
	3º ano	72 ab	50 c	55 c	64 bc	87 ab	84 a	9,34
	Média	74	57	55	63	74	74	CV%
CTC mmolc dm ⁻³	1º ano	91 a	70 ab	89 ab	81 ab	82 ab	79 ab	11,54
	2º ano	87 b	88 b	84 b	91 b	83 b	114 a	6,66
	3º ano	74 c	76 bc	88 ab	79 bc	77 bc	97 a	6,92
	Média	84	78	87	84	81	97	CV%
K (resina) mmolc dm ⁻³	1º ano	0,6 c	1,3 bc	1,7 ab	1,4 b	2,2 a	2,0 a	16,81
	2º ano	0,6 d	4,2 bc	4,8 b	4,2 c	4,8 bc	6,2 a	7,28
	3º ano	0,3d	2,0 c	2,1 bc	2,0 c	2,1 B	2,1 a	9,24
	Média	0,5	2,5	2,8	2,5	3	3,4	CV%
Mg (resina) mmolc dm ⁻³	1º ano	17 ^a	6 b	7 b	9 b	9 b	6 b	42,48
	2º ano	14 ab	7 bc	5 c	7 c	6 c	16 a	36,56
	3º ano	11 ab	8 b	6 b	7 b	7 b	13 a	36,2
	Média	14	7	6	8	7	12	CV%

Continua...

TABELA 6 - Continuação...

Ca (resina) mmolc dm ⁻³	1º ano	50 a	27 a	40 a	45 a	48 a	40 a	27,77
	2º ano	49 b	26 d	33 cd	44 cd	41 bc	76 a	14,08
	3º ano	40bc	28 d	30 cd	35 cd	48 b	66 a	12,56
	Média	46	27	34	41	46	61	CV%
P (resina) mg dm ⁻³	1º ano	35 c	89 c	81 c	100 c	172 b	523 a	18,46
	2º ano	17 c	31 bc	68 bc	95 b	88 bc	328 a	30,79
	3º ano	10 C	17 c	24 c	29 c	89 b	196 a	18,64
	Média	22	46	58	75	116	349	CV%
S (Fosf. Cálcio) mg dm ⁻³	1º ano	15 c	58 b	36 b	26 b	36 b	65 a	10,19
	2º ano	20 c	49 a	40 b	22 c	27 c	21 c	9,4
	3º ano	10 d	74 a	60 b	54 b	18 e	15 cd	7,87
	Média	15	59	45	34	27	34	CV%
Zn (DTPA) mg dm ⁻³	1º ano	1,9 d	7,8 c	10,0 c	9,8 c	17,5 b	25,8 a	20,41
	2º ano	1,0 d	3,0 cd	3,3 bc	5,3 b	4,5 bc	11,6 a	18,41
	3º ano	1,9 c	5,2 b	5,9 ab	6,5 ab	7,1 a	5,7 ab	12,43
	Média	1,6	5,3	6,4	7,2	15,8	14,4	CV%
B (Água Quente) mg dm ⁻³	1º ano	0,38 c	0,37 c	0,62 b	0,79 bc	0,77 b	0,98 a	14,82
	2º ano	0,64 c	0,64 c	0,85 c	1,32 b	1,37 b	3,45 a	14,82
	3º ano	0,25 e	0,96 d	1,08 cd	1,34 bc	1,62 ab	1,76 a	12,62
	Média	0,42	0,65	0,85	1,15	1,25	2,06	CV%
Cu (DTPA) mg dm ⁻³	1º ano	1,1 a	1,1 ab	1,8 ab	1,7 ab	1,2 ab	0,8 b	31,69
	2º ano	1,0 b	3,9 a	3,3 a	4,3 a	3,8 a	3,5 a	23,47
	3º ano	1,0 ab	1,5 a	1,2 ab	1,3 ab	0,8 bc	0,2 c	27,23
	Média	1	2,1	2,1	2,4	1,9	1,5	CV%
Mn (DTPA) mg dm ⁻³	1º ano	47 b	39 bc	41 bc	30 c	41 bc	75 a	13,98
	2º ano	10 a	8 a	8 a	8a	6 a	4 a	41,46
	3º ano	37 a	29 ab	29 ab	19 b	26 ab	29 ab	26,74
	Média	17	25	26	19	24	36	

*Amostras retiradas (0 à 0,2 m) meses de junho, agosto e julho após as 3 safras. Tratamentos seguidos das mesmas letras nas colunas horizontais não diferem entre si, pelo teste de TUKEY, a 5% de probabilidade.

Na Figura 4, observou-se não haver diferenças entre teores de matéria orgânica, estando todos os tratamentos em faixa adequada para o solo em estudo (MATIELLO et al., 2010); nesta mesma Figura, observou-se que a CTC somente aumentou quando se utilizou a maior dose de 20,0 t ha⁻¹, a partir da 2ª safra.

O valor de pH, pela provável acidez dos adubos minerais, em suas doses maiores, foi reduzido de forma significativa nos tratamentos 2 e 3, ficando abaixo da faixa considerada adequada em todas as três safras. Verifica-se que a saturação de bases (V%) acompanha a acidificação, sofrendo redução significativa nos mesmos tratamentos, notadamente no exclusivamente

mineral, o que exige maiores doses de calcário para devida correção (Figura 5).

De forma semelhante, na Figura 6, observou-se que, para as bases, houve redução significativa para o cálcio (Ca⁺²) nos tratamentos T2 e T3 e elevação também significativa na dose maior de esterco de galinha; nos demais, manteve-se na faixa adequada. O manganês (Mn) teve redução até teores de deficiência nos tratamentos de T2 a T5, abaixo dos valores adequados, com menor redução na dose maior do esterco. O potássio só foi deficiente na testemunha, com elevação significativa nas duas maiores doses do esterco (10,0 e 20,0 t ha⁻¹).

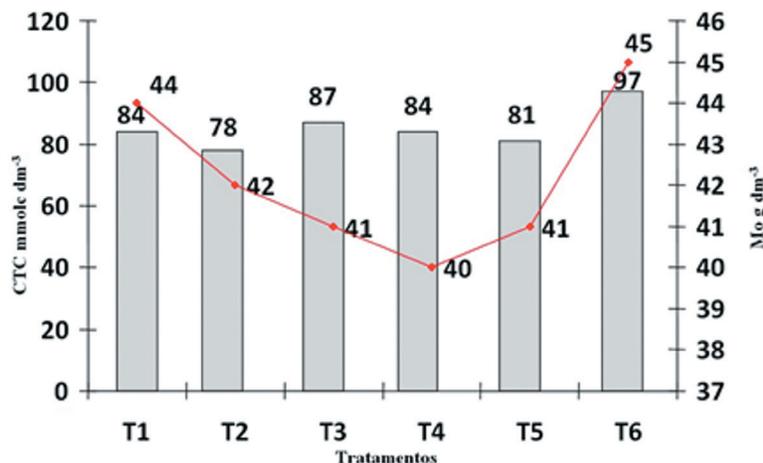


FIGURA 4 - Alterações químicas na matéria orgânica e CTC do solo média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

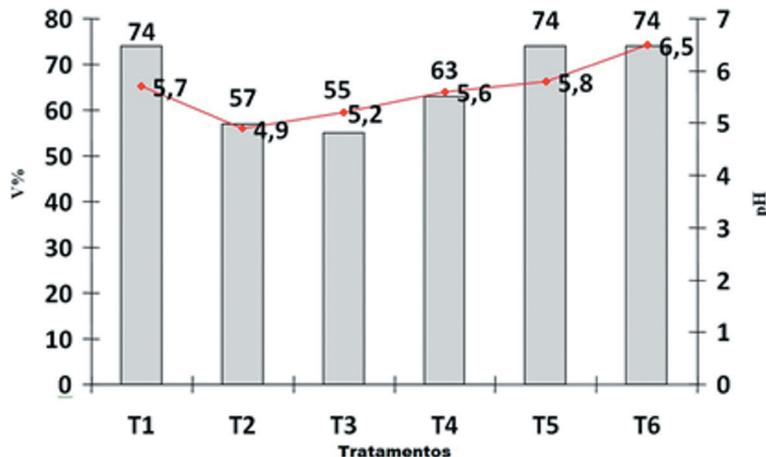


FIGURA 5 - Alterações químicas do pH e V% no solo na média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

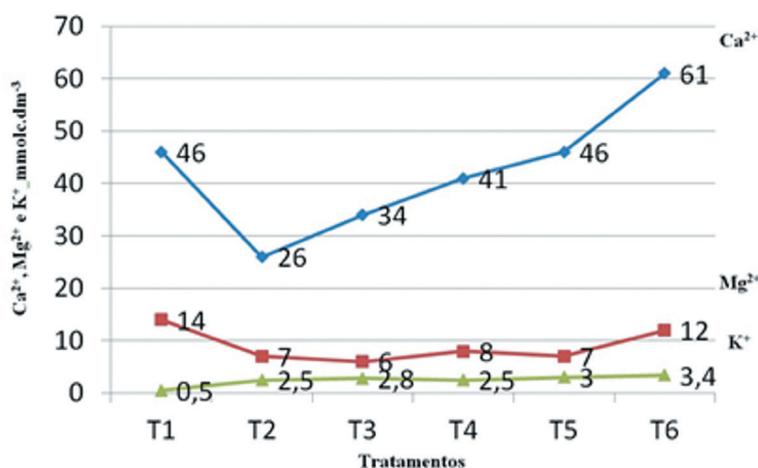


FIGURA 6 - Alterações químicas do Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, no solo na média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

Na Figura 7, observou-se que o teor de P aumentou de forma significativa a partir de 5,0 t ha⁻¹ de esterco, ultrapassando o valor máximo da faixa de adequação (MATIELLO et al., 2010), porém, sem haver correlação com a produtividade. O enxofre teve os seus maiores teores nos tratamentos com maiores doses de adubo mineral, provavelmente pela fonte utilizada (sulfato de amônio) sem, no entanto, apresentar teores deficientes, exceto na testemunha.

Quanto aos micronutrientes (Figuras 8 e 9), observou-se que, nas doses crescentes do esterco de galinha: ocorreu aumento significativo nos níveis de boro; o cobre diminuiu a partir de 10,0 t.ha⁻¹ de esterco; o zinco e o manganês aumentaram a partir de 10,0 t ha⁻¹.

Na Tabela 7, constam os resultados das análises foliares, com teores deficientes para

o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre na testemunha, nas três safras, e valores adequados, sem diferenças significativas, nos tratamentos adubados para os mesmos nutrientes, demonstrando

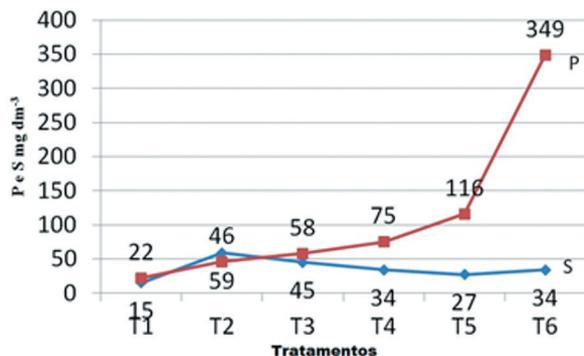


FIGURA 7 - Alterações químicas de P e S no solo na média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

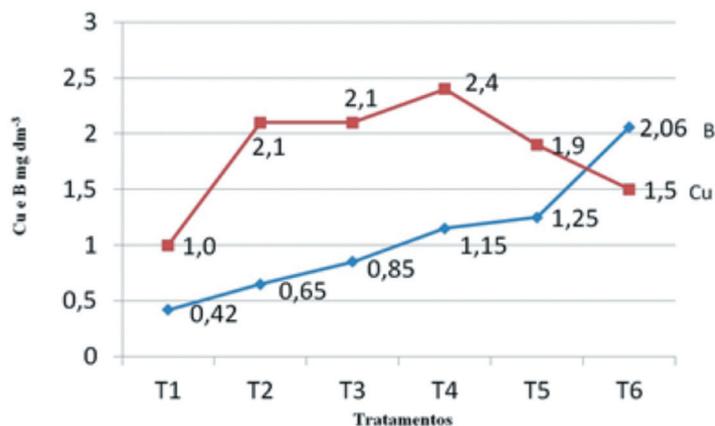


FIGURA 8 - Alterações químicas B, Cu e Mn no solo na média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

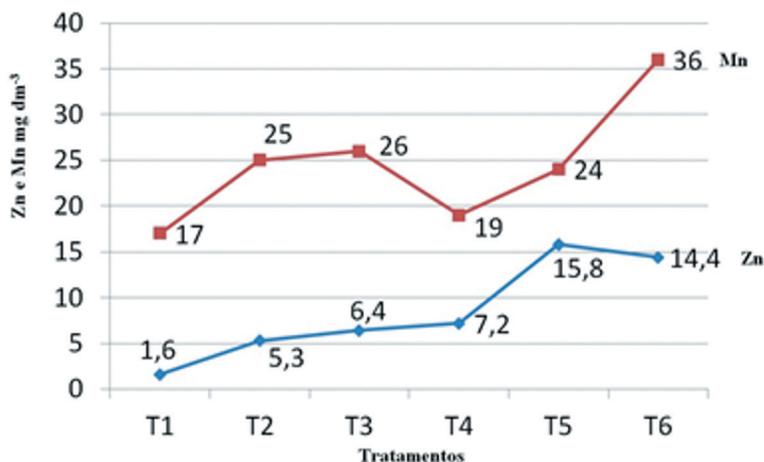


FIGURA 9 - Alterações químicas Zn e Mn no solo na média das 3 safras, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

que o mineral exclusivo ou associado ao esterco de galinha, de forma reduzida, foram suficientes para manter teores foliares adequados ao cafeeiro, definidos na época da colheita. A adubação orgânica associada à mineral reduzida manteve os teores foliares similares à adubação mineral exclusiva, estando de acordo com dados obtidos por Martinez et al. (2003).

As doses de N, P, K e S utilizados do plantio até os 54 meses de cultivo do cafeeiro estão resumidos na Tabela 8, e são vistas em T2 (Adubação mineral exclusiva), bem como

as reduções proporcionais em percentagem nos demais tratamentos, em função das doses do esterco de galinha e seus teores utilizados em cada ano de aplicação. É possível inferir que a redução dos níveis de adubação mineral do cafeeiro pode ser de: 14 a 100% para o N; de 50 a 100% para o P; de 8 a 58% para o K e de 21 a 100% para o S, com adubação orgânica de 2,5 a 20,0 t ha⁻¹ de esterco de galinha, valores próximos aos encontrados por Fernandes et al. (2013a), que trabalharam com o esterco de curral como fonte de matéria orgânica.

TABELA 7 - Resultados das análises foliares de N, P, K e S aos 30, 42 e 54 meses de idade dos cafeeiros, após as colheitas, Campo Experimental da Cooperativa Agropecuária de Araxá, MG, de 2006 a 2010.

Nutrientes	Tratamentos	1º Ano	2º Ano	3º Ano
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	T	25,1 b	27 b	24,6 b
	AME	30,1 ab	32 ab	30,6 a
	2,5EG+AMR1	31,2ab	33 a	31 a
	5,0EG+AMR2	32 a	31,8 ab	31,1 a
	10,0EG+AMR3	31,5 ab	31,9 ab	30 a
	20,0EG+AMR4	30 ab	31,5 ab	32 a
Tukey 5%	CV%	9,81	8,00	6,61
Fósforo (g Kg ⁻¹)	T	0,7 a	0,9 b	1 a
	AME	1,3 a	1,4 ab	1,5 a
	2,5EG+AMR1	1,2 a	1,3 ab	1,5 a
	5,0EG+AMR2	1,4 a	1,5 ab	1,4 a
	10,0EG+AMR3	1,3 a	1,6 a	1,5 a
	20,0EG+AMR4	1,2 a	1,3 ab	1,4 a
Tukey 5%	CV%	9,75	22,22	17,07
Potássio (g Kg ⁻¹)	T	17,2 a	16,9 b	14,7 b
	AME	19,3 a	19,9 ab	22,8 a
	2,5EG+AMR1	18,4 a	18,7 ab	23,7 a
	5,0EG+AMR2	20,2 a	21,3 a	21,8 a
	10,0EG+AMR3	19,1 a	20,4	22,6 a
	20,0EG+AMR4	18,7 a	19,8 a	20,7 a
Tukey 5%	CV%	7,03	8,72	8,25
Enxofre (g Kg ⁻¹)	T	1,2 a	1,4 a	1,3 a
	AME	1,8 a	2,1 a	1,8 a
	2,5EG+AMR1	1,7 a	2 a	1,6 a
	5,0EG+AMR2	1,5 a	1,9 a	1,7 a
	10,0EG+AMR3	2 a	1,9 a	1,5 a
	20,0EG+AMR4	1,9 a	1,8 a	1,8 a
Tukey 5%	CV%	13,05	19,66	14,14

*Tratamentos seguidos das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 8 - Redução dos níveis de NPK e S a adubação mineral com utilização das diferentes doses da esterco de galinha de 0 a 54 meses de cultivo do cafeeiro.

Tratamentos	T2 (AME) (Kg ha ⁻¹)	T3 (2,5EG+AMR1)	T4 (5,0EG+AMR2)	T5 (10,0EG+AMR3)	T6 (20,0EG+AMR4)
Nitrogênio	1732,8	(-14,5)	(-28,2)	(-66,5)	(-100)
Fósforo	584	(-50,2)	(-83,1)	(-100)	(-100)
Potássio	1557	(-8,1)	(-18,0)	(-33,4)	(-58,4)
Enxofre	636	(-21,6)	(-46,6)	(-80,1)	(-100)

*Somatória dos níveis de N, P, K e S com as fontes de Uréia, Sulf. amônio e MAP para o Nitrogênio. Yoorim máster II S e MAP para o Fósforo. Cloreto de potássio para o Potássio, e Yoorim Master II S mais Sulf. Amônio para o Enxofre.

**Não foi considerado o S do S. Zinco, Manganês e Cobre utilizados.

4 CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, após 3 safras, é possível concluir que:

- É viável a utilização do esterco de galinha como fonte de N, P, K e S na redução desses nutrientes, na adubação mineral exclusiva do cafeeiro.

- Todas as adubações (minerais e orgânicas) foram significativamente superiores em produtividade (107 a 146%) à testemunha, demonstrando a necessidade de macro e micronutrientes, no cultivo do cafeeiro no solo em estudo.

- A adubação mineral exclusiva e em doses reduzidas em até 5,0 t ha⁻¹ de esterco de galinha promoveu reduções nos valores de pH; V%; Ca e Mg²⁺ pela provável acidificação promovida pela ureia, sulfato de amônio e MAP.

- Com o esterco de galinha, promoveu-se aumento no solo dos teores de B, a partir de 2,5 t ha⁻¹, de P a partir de 5,0 t ha⁻¹, de Zn e K a partir de 10,0 t ha⁻¹, de Mn com 20,0 t ha⁻¹, redução do Cu a partir de 10,0 t ha⁻¹ e sem correlações com o S.

- Os teores foliares de N, P, K e S dos tratamentos adubados foram superiores à testemunha.

- Nas dosagens mais comuns de esterco de galinha utilizadas para café (2,5 e 5,0 t ha⁻¹), podem-se reduzir os níveis de N, P, K e S da adubação exclusivamente mineral de 14 a 28% para o N, de 50 a 83% para o P, de 8 a 18% para o K e de 21 a 46% para o S.

5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. B. S. et al. Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico: teores foliares. *Coffee Science*, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-28, 2007.

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso.

Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 21, n. 1, p. 143-168, 2004.

BARROS, U. V. et al. Doses e modos de aplicação da palha de café e esterco de gado associado ao adubo químico na formação e produção do cafeeiro na Zona a Mata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. *Anais...* Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2001. p. 48-50.

DIAS, R. et al. Fontes e proporções de material orgânico para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 3, p. 758-764, maio/jun. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília, 2006. 412 p.

FERNANDES, A. L. T. et al. Adubação orgânica com esterco de curral na formação e produção do cafeeiro irrigado por gotejamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 15., 2013, Araguari. *Anais...* Araguari: SBPC, 2013a. 1 CD-ROM.

_____. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina grande, v. 11, n. 2, p. 159-166, 2007.

FERNANDES, A.L.T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R.T.; SANTINATO, R. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. *Coffee Science*, Lavras, v.8, n.3, p.324-336, 2013.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

- MALTA, M. R. et al. Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 183-191, 2007.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 703-713, 2003.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2010. 542 p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.
- RICCI, M. S. F. et al. Growth rate and nutritional status of organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.
- SANTINATO, R. et al. Adubação orgânica na formação e produção do cafeeiro em solço de cerrado argiloso, com doses crescentes de esterco de galinha poedeira associadas à adubação química reduzida proporcionalmente aos NPKS contidos no esterco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 36., 2010, Guarapari. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2010. p. 98-100.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro cultivado em plantio circular sob pivô central**. Belo Horizonte: O Lutador, 2002. 252 p.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Belo horizonte: O Lutador, 2008. 474 p.
- SANTOS, F. da S. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 783-791, jul. 2008.