

**COMPOSTO ORGÂNICO E
BIOFERTILIZANTE NA NUTRIÇÃO DO
CAFEIRO EM FORMAÇÃO NO SISTEMA
ORGÂNICO**

JOÃO BATISTA SILVA ARAUJO

2004

JOÃO BATISTA SILVA ARAUJO

**COMPOSTO ORGÂNICO E BIOFERTILIZANTE NA NUTRIÇÃO DO
CAFEIRO EM FORMAÇÃO NO SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de
Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Araújo, João Batista Silva

Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em
formação no sistema orgânico / João Batista Silva Araújo. -- Lavras :
UFLA, 2004.

79 p. : il.

Orientador: Gabriel José de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Café orgânico. 2. Composto orgânico. 3. Biofertilizante. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.73896

JOÃO BATISTA SILVA ARAUJO

**COMPOSTO ORGÂNICO E BIOFERTILIZANTE NA NUTRIÇÃO DO
CAFEIEIRO EM FORMAÇÃO NO SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de março de 2004

Prof. Dr. Rubens José Guimarães UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes UFLA

Pesquisador Dr. Rodrigo Luz da Cunha EPAMIG

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

À minha esposa, Rita

Às minhas filhas, Ayana, Maria, Giovana, Daniela e Júlia

Aos meus pais João Batista e Terezinha;

Aos amigos do Grupo Alfa de Ecologia;

Aos amigos dos Centros Integrados de Educação Rural,

Dedico

AGRADECIMENTOS

O agradecimento é, talvez, a parte principal deste trabalho. É olhar para trás e ver quantos contribuíram e trazer as lembranças destes dois anos.

As aulas de cada professor, os seminários, as provas e a espera das notas.

A imprescindível bolsa do CNPq a cada dia 5.

As cartas do colega Aledir.

O apoio do pessoal do Departamento de Recursos Humanos do INCAPER.

Os meus orientadores, Gabriel, Rubens e Janice, cada qual com sua parcela na condução deste trabalho e na minha formação.

O prof. Augusto e Dr. Rodrigo e suas valiosas contribuições.

A montagem e condução do experimento, quanta gente ajudou!

O pessoal do setor de cafeicultura: José Maurício, Zeca, Fernando, Lafaiete e o Marcinho.

A Tatiana e o André, que dividiram responsabilidades comigo.

Os companheiros e companheiras: Zeca, Rita, Ayana, Maria, Vera, Cícero, José Marcos, Barbosa, Alexandrino e Sara, Alex, Alysson, André, Rafael, Eduardo, Flaviane, Mariane, Márcio, Juninho, Gustavo, Carlos Henrique e Teco ...

enchendo os vasos, plantando o café, medindo folhas, contando nós, lavando raízes, lavando folhas...

O João Vargas e o Prezotti, nas análises foliares.

Os amigos de república, Rogério e Silvânio.

A mensagem sempre positiva do colega Aymbiré.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram neste trabalho.

BIOGRAFIA

João Batista Silva Araujo, filho de João Batista Araujo e Terezinha Silva Araujo, nasceu em Campanha, MG no dia 30 de março de 1960.

Concluiu o 2º Grau na Academia de Comércio em Juiz de Fora, MG.

Cursou Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), de março de 1979 a julho de 1984.

Trabalhou no Centro Integrado Rural de Boa Esperança, em Boa Esperança, ES, de 1984 a 1995. Em 1995 transferiu-se para a EMCAPA, atual INCAPER, para exercer a função de pesquisador em agricultura orgânica no Centro Regional Centro-Serrano, em Venda Nova do Imigrante, ES.

Ingressou no mestrado em agronomia, área de concentração Fitotecnia, em abril de 2002.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Composto orgânico.....	3
2.2 Adubação de covas	8
2.3 Biofertilizante	10
2.4 Teores foliares e absorção de nutrientes em cafeeiros.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Composto orgânico.....	21
3.2 Biofertilizante	22
3.3 Cultivar	23
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	23
3.5 Recipientes e substrato	25
3.6 Plantio e condução.....	25
3.7 Planejamento e controle da irrigação.....	26
3.8 Avaliações.....	26
3.9 Análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Crescimento e área foliar	29
4.2 Massa seca	38
4.3 Análise de solo.....	44
4.4 Análise foliar – macronutrientes.....	46
4.5 Análise foliar – micronutrientes	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6 CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

RESUMO

ARAÚJO, João Batista Silva. **Composto orgânico e biofertilizante na nutrição de cafeeiro em formação em sistema orgânico**. 2004. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras.

A agricultura orgânica é uma tendência mundial, motivada por aspectos como reciclagem de biomassa, sustentabilidade da agricultura e conservação de recursos naturais. Há demanda de mercado para todos os produtos agrícolas, dentre eles o café. Porém, a pesquisa científica nessa área é recente e necessária em áreas fundamentais, como a adubação em sistemas orgânicos. Com o objetivo de avaliar a adubação de plantio com composto orgânico associada à aplicação foliar de “supermagro” no desenvolvimento e crescimento do cafeeiro, cultivar Topázio MG-1190, instalou-se um experimento em casa de vegetação no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no período de 15 de março a 4 de outubro de 2003. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial 5 x 5, com três tratamentos adicionais e uma planta por parcela. O primeiro fator foi o composto nas doses de 110, 330, 550, 770 e 990g por vaso, misturado com 7dm³ de solo por vaso e o segundo fator o supermagro pulverizado mensalmente a 0%, 3%, 6%, 12% e 24%. Os tratamentos adicionais consistiram em adubação orgânica, orgânica mais mineral e mineral. As características avaliadas foram altura (cm), diâmetro do colo (mm), número de nós do ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos, número de nós dos ramos plagiotrópicos, área foliar (cm²), número de folhas, massa seca das folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total, bem como os teores foliares de macro e micronutrientes. Dentre as características avaliadas, houve interação significativa para número de ramos plagiotrópicos, número de nós dos ramos plagiotrópicos, número de folhas, massa seca das folhas, massa seca da parte aérea, massa seca total, Mg e B, com o melhor desenvolvimento entre as doses de 702g e 770g de composto por vaso e concentrações de “supermagro” entre 14,45% e 16,38%. Observou-se, com a elevação das doses de composto, aumento dos teores foliares de N, K e Mg, diminuição dos teores de P e Ca, redução da disponibilidade de B, Cu, Fe e Mn com o aumento do pH e eficiência do “supermagro” no fornecimento de Mg, B e Cu.

Comitê: Gabriel José de Carvalho – UFLA (orientador). Rubens José Guimarães - UFLA (co-orientador).

ABSTRACT

ARAÚJO, João Batista Silva. **Organic compound and bio-fertilizer in organic system coffee crop formation**. 2004. 79 p. Dissertation (Agronomy Master)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Organic agriculture is a world tendency, moved by concern as biomass recycling, sustainability and natural resource conservations. There is a market requirement for all agricultural products including coffee. However, scientific research is new and there is great need in key area as in organic system fertilizing. To evaluate planting fertilization with organic compound associated to bio-fertilizer leaf application on growth and coffee (Topázio MG-1190 cultivar) development, one study was established in greenhouse, at Agriculture Dept. of Federal University of Lavras coffee sector, from March 15 to October 4 of 2003. A randomized block design in factorial arrangement (5 x 5 + 3 factors) was used with four replications, using one plant per plot. First factor was organic compound rate/pot (110, 330, 550, 770 and 990g) mixed to 7,0 dm³ of soil/pot. The second bio-fertilizer “supermagro” monthly leaf applied at 0%, 3%, 6%, 12% and 24% concentration. Additional treatments were, organic fertilizer, organic + mineral and mineral fertilizer on soil application. Plant height, diameter at ground level (mm), stem node number, leaf area (cm²), leaf number, leaf dry weight, aerial part plant dry weight, total plant dry weight, as well as, macro and micronutrient leaf contents. Significant interaction occurred with lateral branch, leaf number, leaf dry weight, aerial part and total plant dry weight, Mg and B nutrient content and the best plant development from 702g to 770g of the compound/pot plus bio-fertilizer application from 14,45% to 16,38%. Increasing the compound rate, occurred N, K and Mg leaf content increasing, decreasing P and Ca leaf content, K/Ca competition reduction, B, Cu, Fe and Mn availability diminutions with increasing pH. Bio-fertilizer use was efficient in Mg, B and Cu as plant supplying.

Guidance committee: Gabriel José de Carvalho – UFLA (Major Professor).
Rubens José Guimarães – UFLA (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica desenvolveu-se ao longo do século XX, com forte crescimento nas décadas de 1980 e 90, atingindo valores significativos no mercado mundial de alimentos e bebidas (Scialabba e Hattam, 2003). Este crescimento levou a uma maior organização desse mercado, à criação de entidades certificadoras, à maior atenção das instituições públicas e à criação de leis visando garantir padrões para os produtos serem comercializados como orgânicos.

Apesar de existirem leis, normas e padrões de produção, estas, muitas vezes, não são fundamentadas na pesquisa em sistemas orgânicos, tornando certas permissões, restrições e proibições baseadas mais em princípios do que em conhecimento científico. As pesquisas em sistema convencional servem de base para formular práticas orgânicas, mas a transposição direta do conhecimento convencional certamente incorre em erros devido às características do sistema orgânico.

Todavia, a maior parte dos conhecimentos gerados sobre sistemas orgânicos foi desenvolvida de forma empírica por meio da prática de agricultores e de técnicos em suas atividades de assessoria, experimentando e adaptando conhecimentos. Por essa razão, na maioria dos casos, não se dispõe de estudos aprofundados ou de indicações precisas que permitam ao técnico fazer recomendações seguras. Nesse sentido, a pesquisa em sistemas orgânicos tem um papel importante para testar, adequar e desenvolver novas tecnologias, possibilitando maior segurança no processo de produção.

Especificamente, na agricultura orgânica, busca-se a sustentabilidade dos sistemas e a menor dependência de insumos externos, implantando ações como a adubação orgânica e o controle biológico de pragas e doenças que objetivam não

só a redução do uso de produtos não permitidos, mas também a otimização dos recursos internos da propriedade rural.

Dentre os produtos orgânicos mais procurados, principalmente pelo Japão, EUA e países da Europa, está o café, do qual o Brasil é o maior produtor e exportador mundial, porém, com uma pequena produção orgânica estimada em 50 mil sacas no ano de 2003 e de 200 a 250 mil sacas previstas para o ano de 2004 (Investnews online, 2004). Este aumento previsto no volume da produção colocará o Brasil como segundo maior produtor mundial, atrás somente do México, que colhe atualmente 450 mil sacas por ano. Ressalta-se que a produção do café orgânico, embora esteja crescendo relativamente rápido no Brasil, a exemplo de outras culturas, também necessita de vários estudos, principalmente quanto à utilização de fertilizantes orgânicos.

Assim, procurou-se neste trabalho estudar a adubação orgânica na cultura do café, avaliando-se a combinação de doses de composto orgânico e concentrações de biofertilizante "supermagro" nas características de crescimento vegetativo do cafeeiro em formação em casa de vegetação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Composto orgânico

Dentre as diversas fontes de matéria orgânica encontra-se a compostagem que utiliza materiais orgânicos palhosos de maior relação carbono/nitrogênio (C:N), misturados com inoculantes mais ricos em nitrogênio como os esterco animais. Esta incorporação de materiais pobres que ocorrem em grandes quantidades, mas levam muito tempo para decompor, permite o aumento do volume final de adubo e a conservação do nitrogênio dos materiais de baixa relação C:N durante a decomposição, que liberam esse nutriente na forma amoniacal. Ao término da compostagem, a massa compostada é reduzida em um terço, pois, parte do carbono orgânico é perdida na forma de CO₂ (Kiehl, 1985; Kiehl, 2001).

O rendimento da compostagem foi quantificado por Souza (1998), em experimento com 20 pilhas de composto ao longo de cinco anos, obtendo para um volume médio inicial de 36,8 m³, um rendimento de 7.467 kg de composto úmido, com um volume final de 12,1 m³, indicando uma quebra de 66,7 % do volume inicial para o final. O aproveitamento do esterco de galinha, utilizado como inoculante, apresentou média de consumo de 1.425 kg de esterco para a obtenção de 7.467kg de composto, com uma conversão de esterco em composto orgânico de 1,0:5,2. Esta conversão de 520% aumenta o volume de adubo, podendo tornar viável um sistema orgânico quando o esterco disponível for insuficiente.

Tanto as diversas fontes orgânicas utilizadas na compostagem como o produto final apresentam composição variável (Kiehl, 1985; Souza, 1998). A maior dificuldade para caracterizar os adubos orgânicos quanto à composição química e eficiência agrônômica prende-se à grande diversidade destes quanto à

origem, grau de umidade e percentagem de conversão (CFSEMG, 1999). A análise qualitativa de sete fontes de esterco de galinha apresentada por Souza (1998) mostra grande variação com média de 77% de matéria orgânica (56% a 91%), de 19/1 na relação C/N (26/1 a 12/1), de 2,3% de nitrogênio (1,6 a 3,4), de 1,29% de fósforo (0,95 a 2,19), de 1,71% de potássio (1,34 a 2,63), de 5,12% de cálcio (1,84 a 13,86), 0,47% de magnésio (0,27 a 0,78), de 45 ppm de cobre (12 a 57), de 199 ppm de zinco (72 a 300), de 2.152 ppm de ferro (719 a 5.000), de 255 ppm de manganês (92 a 550) e de 21 ppm de boro (1 a 56).

Na composição de 20 compostos orgânicos, Souza (1998) observou média e desvio padrão das seguintes características: 48% de matéria orgânica ($s = 13,7$), de 13/1 na relação C/N ($s = 2,6$), de 2,25% de nitrogênio ($s = 0,9$), de 1,60% de fósforo ($s = 0,70$), de 1,50% de potássio ($s = 0,7$), de 6,01% de cálcio ($s = 2,70$) e 0,56% de magnésio ($s = 0,16$), de 50 ppm de cobre ($s = 18$), de 223 ppm de zinco ($s = 98$), de 16.064 ppm de ferro ($s = 6,311$), de 804 ppm de manganês ($s = 286$) e de 36 ppm de boro ($s = 14,4$). Ressalta-se que estes dados foram obtidos em condições experimentais, em um mesmo local e com a mesma metodologia adotada para a confecção e condução das vinte medidas. Fatores, como época do ano, intensidade de chuvas, temperatura, ventos, insolação, revolvimentos, composição dos materiais, dentre outros citados por Kiehl (1985), podem explicar a variação da composição química do produto final da compostagem.

As variações dos teores de nutrientes em diferentes materiais orgânicos podem se tornar um complicador, quando é necessário definir quantidades a serem aplicadas ao solo ou serem misturadas em compostos. Uma maneira de reduzir tal variabilidade é determinar, para cada material, padrões de produção que facilitarão as estimativas das quantidades a serem utilizadas (Lima et al., 2002).

A base da agricultura orgânica está na produção e reciclagem de biomassa dentro da propriedade, podendo-se usar alguns adubos minerais que, na maioria, são qualificados como de uso restrito com permissão de uso somente se constatada a necessidade do adubo por meio de análises e se o mesmo estiver livre de substâncias tóxicas (Brasil, 1999). A obtenção de biomassa, portanto, deve ser em quantidade suficiente para reduzir a dependência dos insumos minerais. Ao contrário na nutrição mineral, Malavolta (1993) considera que, do ponto de vista prático, a matéria orgânica tem que ser considerada somente em relação ao melhoramento da estrutura física do solo, aumentando o armazenamento e a circulação da água e do ar e diminuindo a perda de solo por erosão, tendo em vista ser possível cultivar o cafeeiro sem recorrer a fontes externas de matéria orgânica.

Na nutrição mineral busca-se a substituição dos adubos orgânicos pelos minerais, almejando-se formulações equilibradas. Trabalhos nesta linha, sendo analisados com um enfoque inverso, permitem estimar o potencial de substituição dos adubos minerais em sistemas orgânicos e a necessidade de complementação com outras fontes orgânicas ou minerais, conforme observado por Lima et al. (2002).

Garcia et al. (1983), a partir de ensaio com associação de adubos químicos e orgânicos, concluíram que a adubação química assemelhou-se às associações das fontes orgânicas com complementação química e que os adubos orgânicos deverão ser usados desde que computadas as quantidades de NPK existentes e complementando o restante com adubo químico, ficando o seu uso condicionado à disponibilidade e ao custo. Lima et al. (2002) argumentaram que, em função da quantidade de esterco disponível, da composição de nutrientes e da demanda da lavoura, deve-se determinar a complementação com leguminosas, calcário, fosfato de rocha, termofosfatos, sulfato de potássio e

outras fontes de origem orgânica ou mineral, permitidas ou toleradas pelas normas de produção orgânica.

O potencial dos adubos orgânicos combinados com fontes minerais pode ser observado em diversos ensaios. Bragança (1985) observou, com café Catuaí e Conilon, que a utilização de 5 litros de esterco de galinha/planta permite reduzir 40% da adubação NPK do cafeeiro Catuaí, com aumento de 20% da produção. Em café Conilon, as combinações de 60% NPK + 20 L de palha-de-café e 30% de NPK + 10L de palha-de-café superaram ligeiramente a adubação com NPK.

Viana et al. (1987) estudaram a interação entre adubação química (NPK) e esterco de curral em lavoura de café. Os resultados das médias de sete colheitas demonstraram que os tratamentos mistos com 31,5; 30,6 e 31,6 sacas/ha, apresentaram produtividade 30% maior que a média de NPK ou esterco de curral, correspondentes a 23,5 e 24,6 sacas/ha e 110% superior à testemunha com 14,9 sacas/ha e que a adubação exclusiva com esterco de curral foi capaz de suprir o cafeeiro com NPK de forma similar à adubação química. O uso exclusivo de esterco de curral pode, portanto, ser insuficiente, necessitando de complementação com outros adubos orgânicos ou minerais para a obtenção de melhores colheitas.

Cervelline et al. (1994) obtiveram em tratamento com esterco mais NPK, na cultura do café, média de produção 20% maior do que a obtida com esterco e NPK somente, e significativamente igual aos tratamentos com NPK mais micronutrientes boro e zinco, observando que o esterco somente não contém os nutrientes em quantidades suficientes, sobretudo o nitrogênio. Em outro experimento, um fatorial com combinação entre esterco bovino, N, P e K, Cervelline et al. (1994) observaram, após 15 colheitas, que os melhores tratamentos foram os que receberam esterco e nitrogênio, seguidos daqueles que receberam esterco sem nitrogênio e, só depois, os tratamentos sem esterco, mas

tratados com nitrogênio e, por último, os tratamentos sem esterco e sem nitrogênio.

Soragy et al. (1998) realizaram experimento comparando três sistemas (orgânico, mineral e organo-mineral), com duas cultivares (Catuaí e Icatu 2944). No café orgânico usou-se torta de mamona, esterco de galinha, palha-de-café, compostos e sulfatos, sendo os compostos enriquecidos com fosfatos ou termofosfatos e micronutrientes na forma de óxidos. Após quatro colheitas foram obtidas médias significativamente iguais de 24,1 sacas/ha para o mineral e 23,5 sacas/ha para o orgânico, sobressaindo-se em relação ao organo-mineral com 18,8 sacas/ha. O ensaio permitiu concluir pela viabilidade técnica de café orgânico, desde que se equilibrem os teores da matéria orgânica em relação aos teores dos adubos minerais.

À pesquisa em agricultura orgânica cabe percorrer o caminho inverso relatado por Lazzarini et al. (1967), que abordam a evolução da pesquisa do IAC para a adubação mineral, recomendando, a partir de 1955, a adubação de cafeeiros com uso facultativo de adubos orgânicos e elevação dos adubos minerais, com aplicação em cobertura e parcelada, várias vezes por ano. Essa tendência na agricultura é criticada por Yamada (2001) em artigo intitulado ‘Esquecemos da matéria orgânica...’, resgatando as idéias de autores clássicos do século XX, com base no sucesso das técnicas de produção e manejo da matéria orgânica no sistema de plantio direto. O caminho inverso para a agricultura orgânica será, certamente, o uso facultativo dos adubos minerais, que são fontes esgotáveis ou não renováveis, com maior produção e reciclagem de biomassa, maior sustentabilidade ambiental, tendo a combinação das diversas fontes de adubos como garantia de produções rentáveis e adequadas às condições de cada agrossistema.

2.2 Adubação de covas

Guimarães (1986), trabalhando com níveis diferentes de adubação mineral à base de NPK, estudou o efeito complementar da aplicação de esterco de galinha na dose de 2,5 kg/cova no plantio de cafeeiros e a mesma dose após a terceira colheita. Este autor observou que as adubações com NPK, em suas melhores relações, na ausência de matéria orgânica, proporcionaram produções elevadas, mostrando que, nestas condições esta poderia ser dispensada e que, em relações desfavoráveis, a matéria orgânica corrige desbalanços nutricionais, aumentando a produção.

A matéria orgânica apresenta, em sua composição, todos os nutrientes essenciais, porém, em proporções variadas, dependendo da fonte, caracterizando-se pela liberação lenta através da decomposição pelos organismos do solo (Kiehl, 1985; Primavesi, 1986; Furtini Neto et al., 2001). Este efeito foi observado na comparação de esterco de curral, esterco de galinha, palha de café, ‘Humusite 310’, torta de mamona e turfa na adubação de covas de café, na ausência e presença de NPK. Os melhores resultados foram obtidos para 15kg de turfa e 8kg de esterco de curral por cova, na presença e ausência de NPK, nos dois primeiros anos após o plantio. A partir do terceiro ano, constatou-se o efeito da adubação química, indicando a capacidade da matéria orgânica em nutrir o cafeeiro nos dois primeiros anos e, que a partir do terceiro ano, ocorre o esgotamento dos nutrientes fornecidos pelas fontes orgânicas e a maior exigência dos cafeeiros (Furtini Neto et al., 1995).

Guimarães et al. (1999) recomendam a adubação de covas de cafeeiros com 3,0 a 5,0 kg de esterco de curral, 1,0 a 2,0 kg de esterco de galinha, 0,5 a 1,0 kg de torta de mamona ou 1,0 a 2,0 kg de palha de café, indicando a aplicação de calcário conforme resultados de análise de solo e 200 a 400 g/cova de fosfato natural, completando a dose necessária com uma fonte mais solúvel. Na adubação de pós-plantio, recomendam-se doses de nitrogênio de 3 a 5

gramas por cova e por aplicação, doses de potássio de 0 a 30 g por cova por ano parceladas em três vezes e suprimento foliar de boro e zinco, caso não se tenha adicionado esses nutrientes durante o enchimento da cova nas quantidades de 0,6 a 1,0 g de boro e 1,0 a 2,0 g de zinco. Para a adubação de cobertura com adubos orgânicos recomenda-se considerar os nutrientes neles contidos e complementar com os minerais.

Falco (1999) trabalhou na implantação de lavoura cafeeira com adubação mineral associada a cinco fontes de matéria orgânica e seis diferentes doses, sendo as fontes esterco de curral, esterco de galinha, vermicomposto, composto orgânico e moinha de carvão. Observou, após 18 meses, que as fontes orgânicas não promoveram aumentos nas características estudadas (diâmetro do caule, altura e número de ramos plagiotrópicos), concluindo que quando a adubação química é equilibrada e em quantidade suficiente, a adubação orgânica é dispensável na implantação de lavouras cafeeiras, concordando com os resultados de Guimarães (1986). Em relação ao tipo de adubo, o composto foi melhor que o esterco de curral e a moinha de carvão e estes melhores que vermicomposto e esterco de galinha para número de ramos plagiotrópicos primários. Observa-se que esse trabalho demonstra o potencial de substituição do adubo orgânico em sua totalidade pelo mineral, não sendo possível tirar conclusões sobre o potencial do adubo orgânico substituir o mineral.

Barros et al. (1995) realizaram experimento comparando fontes, doses e modos de aplicação de adubos orgânicos no plantio de café como complementos da adubação exclusivamente mineral, avaliando o crescimento seis meses após o plantio. Nos tratamentos com adubos orgânicos, retiraram a fonte mineral de potássio correspondente à 15g de cloreto de potássio. Os resultados apontaram efeito depressivo apenas para a palha de café sem curtir aplicada na cova nas doses de 1,0; 2,0 e 4,0 kg, não tendo a aplicação em cobertura não diferenciado-se do mineral. Nos outros tratamentos com 1,0; 2,0 e 4,0 kg de palha de café

curtida, 2kg de composto e 2kg de esterco de curral, tanto em cobertura como na cova, não houve diferenças em relação à testemunha, substituindo a fonte mineral de potássio.

Trindade et al. (2001) obtiveram maior produção com nutrição mineral e a máxima produção de massa seca da parte aérea no plantio de eucalipto em tratamento com 36,9% de composto em relação ao volume do substrato, sugerindo que o aumento da condutividade elétrica a partir desta dose, chegando a $10,3 \text{ dS.m}^{-1}$ na dose de 60%, tenha levado a menores crescimentos. Observaram ainda que a absorção de P e K foi sempre crescente em função das doses de composto, com maior aumento nas doses de 0% a 5%, tendência semelhante para Ca, Mg e S enquanto que para o N ocorreu aumento na concentração a partir de 15%. Quanto às relações K/Ca e K/Mg, estas destacaram-se com aumento dos valores com as doses de composto, verificando desbalanços nutricionais nos teores de K na parte aérea e suas relações com Ca e Mg. O autor sugere que os teores desses elementos correlacionaram-se melhor com os percentuais na CTC do que com os teores absolutos no substrato.

Furtini Neto et al. (2001) apresentam classificação quanto à tolerância relativa das culturas à salinidade, que consideram como sensíveis de 0,0 a 4 dS.m^{-1} , moderadamente sensíveis de 4 a 6 dS.m^{-1} , moderadamente tolerantes de 6 a 8 dS.m^{-1} e tolerantes de 8 a 12 dS.m^{-1} . Observa-se nos valores de 0,4; 1,2; 3,4; 8,5 e $10,8 \text{ dS.m}^{-1}$ obtidos por Trindade et al. (2001), para concentrações respectivas de composto no substrato de 0%, 5%, 15%, 30% e 60% de composto em covas de eucalipto, que as duas doses mais altas encontram-se na faixa de plantas tolerantes, restritiva para a maioria das culturas.

2.3 Biofertilizante

O termo biofertilizante refere-se ao resíduo do biodigestor que pode ser obtido da fermentação de matérias orgânicas em geral, como a vinhaça, o lodo

de esgoto, as águas de lavagens de estábulos, baias e pocilgas (Kiehl, 1985). Santos (1992) define o biofertilizante de esterco bovino como o efluente pastoso resultante da fermentação da matéria orgânica, na ausência total de oxigênio atmosférico por um determinado tempo e o aparelho que o produz chama-se de biodigestor. Santos (2000) acrescenta que o biofertilizante líquido é o efluente líquido obtido da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água, sendo, portanto, o produto final da degradação da matéria orgânica por uma série de microorganismos, gerando a produção de gás metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2) durante o processo fermentativo. Os biofertilizantes, portanto, diferenciam-se das outras fontes de adubos orgânicos por serem obtidos da mistura de matéria orgânica e água, com sua decomposição ocorrendo anaerobicamente e a simples diluição do composto orgânico obtido por meio de decomposição aeróbica, não pode ser considerado como biofertilizante.

Na digestão anaeróbia há maior retenção de nitrogênio do que na decomposição aeróbia, feita pela compostagem. Isto ocorre pelo fato das bactérias anaeróbias utilizarem pequena quantidade de nitrogênio dos resíduos vegetais e animais para sintetizarem proteínas. As perdas que se verificam são dos elementos carbono, oxigênio, hidrogênio e parte do enxofre, que saem na forma de metano, dióxido de carbono e gás sulfídrico, o que permite obter do biofertilizante como adubo o mesmo resultado que seria obtido com as matérias-primas empregadas como substrato (Kiehl, 1985).

Vários tipos de biofertilizantes são utilizados em sistemas orgânicos, podendo ser obtidos segundo Kiehl, (1985), Santos, (1992), Três & Resende, (1995), Motta Neto, (1997), Abreu Junior (1998) e Burg & Mayer (1999), da mistura de água com esterco ou outros tipos de matérias orgânicas, enriquecidos ou não com minerais. Existem recomendações para aplicação sobre a folha, sobre o solo ou sobre o solo e a folha, podendo ser para a substituição total ou parcial das fontes orgânicas sólidas.

A aplicação de biofertilizantes em área total exige doses maiores que em pulverizações foliares, sendo usada para adubar e nutrir a planta durante todo o seu ciclo, pois, obviamente, uma elevada quantidade de biomassa cai sobre o solo, a qual é decomposta e fornece nutrientes às raízes. Trabalhos com biofertilizante de gado e de suíno em feijão, efluente de biodigestor anaeróbico de origem suína com esterco de gado em milho e dejetos de suínos em batata-doce demonstraram que estes adubos podem ser complementares ou substituírem as fontes minerais do ponto de vista da produtividade (Valente, 1985; Sarolli Silva et al., 1998; Freitas et al., 1998).

O biofertilizante líquido recomendado por Santos (1992; 2000) é obtido a partir da fermentação do esterco fresco de gado ruminante, de preferência leiteiro, em sistema fechado, com ausência de ar. Nele, o esterco é misturado em partes iguais com água pura, não clorada e colocado em biodigestor, com a fermentação ocorrendo em torno de trinta dias. O autor utiliza concentrações de 5% a 50%, aplicadas em intervalos de 7 a 30 dias, sendo o ideal entre 5% a 20% para a maioria das culturas porque a maior parte dos vegetais tolera substâncias com condutividade elétrica entre 0,5 a 0,8 mS.cm⁻¹ na absorção foliar. Este biofertilizante, obtido da fermentação de esterco, urina e água, estabiliza em temperatura ambiente em torno de 25°C, num período de 30 dias, com um pH próximo da neutralidade, uma condutividade elétrica variando de 4 a 7 mS.cm⁻¹, dependendo da parte líquida utilizada na mistura, com os seguintes componentes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, alumínio, cobre, manganês, molibdênio, boro, sódio, cloro, sílica, ácido indol acético (AIA), giberelina (AG3), tiamina (B3), piridoxina (B6), riboflavina (B2), ácido fólico, triptofano, cianocobalina e também fenóis e ésteres que participam dos odores do produto.

O biofertilizante “supermagro” foi desenvolvido no Rio Grande do Sul pelo Centro de Agricultura Ecológica, CAE-Ipê, sendo indicado por diversos

autores com fórmulas semelhantes (Três & Resende, 1995; Motta Neto, 1997; Abreu Junior, 1998; Burg & Mayer, 1999). Certamente, a forma de aplicação por via foliar, com menor volume e através de pulverizadores manuais, é o principal fator de difusão do ponto de vista operacional, contrastando com a necessidade de equipamentos maiores para aplicação sobre o solo, em maiores volumes e sem filtrar.

O biofertilizante “supermagro”, descrito por Motta Neto (1997), é uma mistura de materiais orgânicos, minerais, esterco e água. Os produtos minerais aplicados são: 2,0 kg de sulfato de zinco, 2,0 kg de sulfato de magnésio, 300 g de sulfato de manganês, 300 g de sulfato de cobre, 50 g de sulfato de cobalto, 300 g de sulfato de ferro, 2,0 kg de cloreto de cálcio, 1,0 kg de ácido bórico e 100 g de molibdato de sódio. A mistura de materiais orgânicos é chamada de mistura protéica, rica em proteínas advindas de produtos animais além de outros minerais, sendo indicada nas seguintes quantidades: 1,0 litro de leite ou soro de leite, 1,0 litro de melão ou 500 g de rapadura moída ou 5 litros de garapa, 100 ml de sangue, 100 g de fígado moído, 200 g de farinha de osso, 200 g de calcário e 200 g de fosfato de Araxá. O preparo é feito em um recipiente de 200 litros, misturando-se inicialmente 20 kg de esterco fresco de gado bovino com 100 litros de água. A cada três dias coloca-se um dos produtos minerais, juntamente com a mistura protéica. Durante a mistura do quinto produto mineral, acrescentam-se mais 10 kg de esterco fresco e 20 litros de água. No final, depois de adicionar todos os produtos minerais, completa-se com água até encher o recipiente e deixa-se fermentar por 30 dias em local fresco e à sombra.

Abreu Junior (1998) ressalta ser importante que em cada região ecológica e em cada cultura, avaliar as concentrações e proporções ideais dos micronutrientes, como também a frequência das pulverizações.

Em trabalhos desenvolvidos na EMATER-RJ observou-se que o biofertilizante produzido à base de esterco e água apresentou, além da ação

fertilizante, ação fungicida, repelente de insetos e bacteriostática. Em seringueira, café, maracujá, cana-de-açúcar, citros, feijão, milho e hortaliças, houve o aumento de produtividade, indução à floração, menor queda de frutos, aumento da massa foliar e diminuição do ataque de pragas e doenças, reduzindo em 50% a 80% os gastos com produtos químicos (Santos, 1992).

A ação do biofertilizante “supermagro” no controle fitossanitário, foi testada por Tratch & Betiol (1997) in vitro, obtendo, em concentrações acima de 10%, inibição do crescimento micelial de *Pythium aphanidermatum*, *Alternaria solani*, *Stemphylium solani*, *Septoria lycopersici*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporium f. sp. phaseoli*. Em concentrações acima de 20%, 10%, 5% e 1% inibiram totalmente a germinação de *B. cinerea*, *A. solani*, *Coleosporium plumierae* e *Hemileia vastatrix*, respectivamente.

Como ação fertilizante, Lohmann et al. (1998) testaram o efeito complementar de “supermagro” a 5% em relação a doses de nitrogênio mineral de 20, 40, 60 e 80kg/ha na cultura do milho, em três aplicações foliares durante o ciclo da cultura, não encontrando diferenças na produtividade do milho que foram de 5925 kg/ha com e 5965 kg/ha sem “supermagro”. Dos parâmetros avaliados, o autor encontrou diferença significativa somente para a variável altura aos 30 dias após a emergência, que foi superior no tratamento com “supermagro”.

Após a aplicação do biofertilizante líquido nos vegetais, nota-se um grande desenvolvimento vegetativo, com um aumento significativo da massa foliar, das células vegetais em quantidade e volume, e do espessamento das paredes das células na camada da epiderme vegetal. A planta começa a desenvolver uma ação fotossintética muito mais ativa, com um aumento na produção de pigmentação verde intensa (cloroplastos) e, no caso do tomate, aumento da pigmentação vermelha (cromoplastos), com melhoria na qualidade

dos frutos pelo aumento no tamanho, na coloração e na concentração de açúcares na polpa (Santos, 2000).

A produção de quiabo e pimentão com aplicação de biofertilizantes foi testada por Souza (2001). Na avaliação do desenvolvimento de quiabeiro com extrato de proteína vegetal, biofertilizante com esterco bovino a 40% e chorume de composto, pulverizados semanal e quinzenalmente, o autor não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos quanto à produção total e comercial e apenas o uso de biofertilizante proporcionou elevações significativas nos teores foliares de cobre e manganês em 161% e 32% quando aplicado semanalmente e 70% e 18% quinzenalmente. Na cultura de pimentão em sistema orgânico de cultivo, pulverizou semanalmente biofertilizante de esterco bovino a 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% e ‘supermagro’ a 0%, 2%, 4%, 6%, 8% e 10%, observando que o número de frutos, o peso de frutos e o padrão comercial do produto não foram alterados pelas concentrações avaliadas. Além disso, não observou efeito dos tratamentos na proteção de plantas à incidência de doenças e pragas, por não interferirem nas variáveis frutos brocados, podres e infectados por antracnose. Sugere o autor que a aplicação desses produtos em solos orgânicos equilibrados pode contribuir para a elevação de teores foliares de alguns nutrientes, porém sem interferir efetivamente no metabolismo e no desempenho produtivo, dependendo da espécie utilizada. Deve-se ressaltar que estes experimentos com quiabo e pimentão, foram realizados em área exclusiva de sistema de produção orgânica, com ingressos regulares de composto orgânico a cada ciclo de cultivo, observando, ao longo de seis anos, melhoras progressivas em todos os atributos do solo, conforme relatado por Souza (1998; 2001).

Em experimento na cultura de café com aplicação de ‘supermagro’ em sete concentrações de 0% a 48%, associado a doses de 3,75 e 7,5 t.ha⁻¹ de composto, com base em matéria seca, Araújo et al. (2001) observaram efeito do

composto na elevação dos teores foliares de nitrogênio e redução de cálcio, cobre, ferro e zinco. Para o “supermagro”, só houve efeito para zinco, elevando os teores com o aumento das concentrações sem, porém, atingir os níveis foliares adequados.

O efeito da água de poço e de viveiro de peixes utilizadas na diluição do “supermagro” a 0%, 5%, 10%, 20% e 40%, em pulverização foliar semanal, foi estudado por Maia (2002), na cultura da alface. A autora observou que não houve diferenças significativas para as diluições de “supermagro” e diferenças para as fontes de água. Segundo a autora, este resultado pode ser atribuído ao fato do solo ser muito rico, mascarando o efeito do “supermagro” e também a interferência negativa da alta condutividade elétrica em todas as concentrações, ficando acima de $1,4 \text{ dS.m}^{-1}$, que é o valor crítico recomendado para a água de irrigação. Relata a autora que o solo rico deve ter proporcionado uma nutrição suficiente, porém, ressalta-se que a alta dose de esterco bovino de 49 L.m^{-2} , utilizada no plantio, também deve ter contribuído. Nesse contexto, Souza (2001) já havia sugerido que em solo orgânico equilibrado o “supermagro” pode não interferir no desempenho produtivo.

Apesar do uso dos biofertilizantes ser difundido na cafeicultura orgânica, a sua validade é contestável, especialmente quanto aos macronutrientes por via foliar, tendo em vista que, segundo Rena & Fávoro (2000), o seu fornecimento deve ser feito em grandes quantidades e as folhas absorvem pequenas quantidades. Quanto aos micronutrientes, estes podem ser fornecidos por via foliar quando não são fornecidos adequadamente pelo solo, destacando-se o zinco em solos argilosos e o cobre em solos húmicos.

2.4 Teores foliares e absorção de nutrientes em cafeeiros

Os teores foliares de nutrientes são utilizados para a avaliação do estado nutricional das plantas e da resposta à adubação, sendo os níveis adequados de

nutrientes influenciados por diversos fatores. Corrêa et al. (2001), avaliaram a fertilidade do solo e o estado nutricional de cafeeiros no Sul de Minas Gerais, utilizando diferentes diagnoses nutricionais obtidas como padrões, propostas por diferentes autores. Observaram diferentes diagnoses foliares e concluíram pela necessidade do estabelecimento de teores adequados calibrados localmente para garantir maior segurança na realização da diagnose nutricional do cafeeiro.

Malavolta (1993) aborda a classificação dos teores foliares de nutrientes em seis categorias: deficiente, marginal, nível crítico inferior, adequado, alto e tóxico ou excessivo. A faixa deficiente é associada à redução severa de crescimento e produção com sintomas visíveis de carência; a marginal, com redução no crescimento ou produção, sem sintomas visíveis de deficiência. O nível crítico inferior é o teor de um elemento dentro do nível marginal em que a produção ou crescimento corresponde a 90%-95% do máximo encontrado experimentalmente. A faixa adequada apresenta variações não associadas com mudanças para mais ou para menos no crescimento e produção; a alta corresponde a teores entre adequado e tóxico, e a faixa tóxica ou excessiva aos teores acompanhados por sintomas de toxidez, redução no crescimento e produção, associadas à redução de 20% na produção, pelo menos. Para a região Sul de Minas, Martinez et al. (1999) indicam teores foliares de macro e micronutrientes em cafeeiros considerados adequados para plantas em produção, sendo estes valores diferentes dos observados em outras regiões de Minas Gerais.

Os teores foliares de nutrientes em cafeeiros são também influenciados pela absorção radicular que, por sua vez, é influenciada por fatores externos e internos. Dentre os fatores externos, a matéria orgânica ajuda a manter H_2PO_4^- disponível, o mesmo acontecendo com cátions, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , que ficam em forma trocável. Outro fator é a concentração dos nutrientes, tendo em vista que a velocidade de absorção de dado elemento pode ser aumentada, diminuída

ou não ser influenciada pela presença de outro (Malavolta et al., 1989). A Tabela 1 contém exemplos de efeitos interiônicos.

TABELA 1 Efeitos interiônicos. Malavolta et al. (1989).

Íon	Segundo íon presente	Efeito
Mg ²⁺ , Ca ²⁺	K ⁺	Inibição competitiva
H ₂ PO ₄ ⁻	Al ³⁺	Inibição não competitiva
K ⁺ , Ca ²⁺	Al ³⁺	Inibição competitiva
H ₂ BO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	Inibição não competitiva
K ⁺	Ca ⁺² (alta concentração)	Inibição competitiva
SO ₄ ⁻²	SeO ₄ ⁻²	Inibição competitiva
SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Inibição competitiva
MoO ₄ ⁻²	SO ₄ ⁻²	Inibição competitiva
Zn ⁺²	Mg ⁺²	Inibição competitiva
Zn ⁺²	Ca ⁺²	Inibição competitiva
Zn ⁺²	H ₂ BO ₃ ⁻	Inibição não competitiva
Fe ⁺²	Mn ⁺²	Inibição competitiva
Zn ⁺²	H ₂ PO ₄ ⁻	Inibição competitiva
K ⁺	Ca ⁺² (baixa concentração)	Sinergismo
MoO ₄ ⁻²	H ₂ PO ₄ ⁻	Sinergismo
Cu ²⁺	MoO ₄ ⁻²	Inibição não competitiva

A interação pode ser por inibição ou sinergismo. Inibição competitiva é observada entre o cálcio, magnésio e potássio. No sinergismo, a presença de um dado elemento aumenta absorção de outro, como no caso do Ca²⁺ que, em concentrações baixas aumenta a absorção de cátions e ânions e do Mg²⁺, que aumenta a absorção de fósforo (Faquin, 2001). De forma geral, para uma condição ideal de suprimento das bases, a percentagem de saturação de cálcio,

magnésio e potássio na CTC potencial deve ser de 60%-70%, 10%-20% e 2%-5%, respectivamente (Furtini Neto et al., 2001).

Guimarães et al., (2002), discorrendo sobre a nutrição do cafeeiro, apontam vários pontos que influem na disponibilidade dos nutrientes. O boro é um nutriente encontrado na matéria orgânica, ocorrendo deficiência na sua falta ou em outras condições como deficiência de calagem ou calagem excessiva. A deficiência do cobre pode ser induzida pelo excesso de nitrogênio, causando efeito de diluição na folha, excesso de matéria orgânica, adubação fosfatada pesada, encharcamento do solo e calagem excessiva. Para o ferro, a calagem excessiva prejudica a absorção, o excesso de drenagem pode causar deficiência, em pH baixo a toxidez de manganês pode induzir a deficiência e também o excesso de nitrogênio. A deficiência de manganês ocorre em solos de pH alcalino, sob calagem excessiva ou com altos teores de matéria orgânica que insolubilizam o nutriente. A carência de zinco é comum em solos ácidos, sob excesso de calagem ou aplicação excessiva de fosfato, sendo ainda fortemente retido em solos argilosos.

O pH apresenta um efeito direto na absorção, pela competição entre o H^+ e os outros cátions e OH^- com outros ânions. Outro efeito do pH na absorção é denominado de efeito indireto, relacionado com a disponibilidade dos elementos, nutrientes ou não. A faixa de pH entre 6,0 e 6,5 é a mais favorável para o crescimento das plantas, visto que, nesta faixa, a disponibilidade de alguns nutrientes é máxima (caso dos macronutrientes) e não limitante para outros (micronutrientes) (Faquin, 2001; Guimarães et al., 2002).

Os efeitos interiônicos ocorrem também na absorção foliar. A presença de cobre ou boro reduz em 50% a absorção de zinco pelas folhas de cafeeiro; no caso do cobre, trata-se de inibição competitiva que pode ser corrigida aumentando-se a concentração de zinco na solução de 0,5% para 0,8 ou 1,0% na concentração de sulfato de zinco. A inibição causada pelo boro é não

competitiva. O H^+ inibe a absorção de zinco com menor absorção em pH baixo. O íon acompanhante do elemento no sal pode também afetar a sua velocidade de absorção. O cloreto, como acompanhante da fonte ou na forma de KCl, promove as maiores absorções de Zn em folhas de cafeeiro (Faquin, 2001).

De acordo com Malavolta et al. (1989), as relações interiônicas no solo dependem das concentrações dos nutrientes. As concentrações dos nutrientes no solo são classificadas em classes de fertilidade para macro e micronutrientes (Guimarães et al., 1999). Para o fósforo, especialmente, a capacidade tampão de fosfatos no solo tem grande influência na eficiência de extração de fósforo disponível pelo método Mehlich 1 e na absorção pelas plantas. Por isso, na interpretação de disponibilidade de fósforo, devem ser utilizadas medidas relacionadas com a capacidade tampão, como o teor de argila ou o valor de fósforo remanescente dos solos (Alvarez V. et al., 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, UFLA, localizada em Lavras, Minas Gerais, que está numa altitude média de 910 metros, 21°14'S, Latitude Sul e 45°00'W, Longitude Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação internacional de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido. A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação anual média é de 1.529,7 mm e a umidade relativa média anual é de 76,2% (Brasil, 1992).

3.1 Composto orgânico

O composto orgânico foi preparado em camadas alternadas de esterco de galinha, palha de café e palha de feijão na proporção de 1:2:2, até a altura aproximada de 1,4m, tendo sua composição descrita na Tabela 2. O material foi irrigado duas a três vezes por semana, de acordo com a necessidade. Foram feitos três revolvimentos, sendo o primeiro aproximadamente na 2ª semana, o segundo na 5ª semana e o terceiro na 8ª semana, época em que o composto já estava em condições de ser utilizado. O controle da irrigação foi feito por meio de monitoramento com barras de ferro.

TABELA 2 Composição do composto orgânico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Elemento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Valores	16,6	7,77	3,56	13,09	4,77	2,49	7,47	35,2	14.465	627	2,62

Para determinação das quantidades de nutrientes por vaso, fornecidas pelo composto, procedeu-se a pesagem e secagem de uma amostra de 0,5 dm³ de composto a 56°C, obtendo-se 273,7g de massa úmida com densidade de 547,3 g.dm⁻³ e 164,997g após a secagem, correspondendo a 330,0 g.dm⁻³ e a 39,7% de umidade.

3.2 Biofertilizante

O biofertilizante “supermagro” foi preparado de acordo com o método adotado por Motta Neto (1997). Cada 200 litros de “supermagro” foram obtidos com a mistura de 30 kg de esterco, água e ativadores – 9 litros de melaço, 9 litros de soro de leite, 900 g de fígado moído, 1,8 kg de farinha de osso 1,8 kg de calcário e 1,8 kg de fosfato de araxá. Em intervalos regulares, a cada três dias, adicionaram-se, uma de cada vez, as seguintes fontes minerais: 2,0 kg de sulfato de zinco, 2,0 kg de sulfato de magnésio, 300 g de sulfato de manganês, 300 g de sulfato de cobre, 50 g de sulfato de cobalto, 300 g de sulfato de ferro, 2,0 kg de cloreto de cálcio, 1,0 kg de ácido bórico e 100 g de molibdato de sódio. O tempo de preparação foi de 60 dias, sendo 30 dias para mistura de nutrientes minerais e 30 dias de fermentação. Determinou-se a condutividade elétrica do supermagro, com os valores descritos na Tabela 3.

TABELA 3 Valores de condutividade elétrica em função das concentrações de “supermagro”. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Concentração do “supermagro” (%)	0	3	6	12	24	100
Conditividade elétrica (mS.cm ⁻¹)	0,21	0,93	1,70	3,05	5,49	18,26

3.3 Cultivar

Foram utilizadas mudas da cultivar de café Topázio MG- 1190 com 7 a 8 pares de folhas verdadeiras, produzidas em viveiro convencional com substrato padrão.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial 5 x 5 e com três tratamentos adicionais. A parcela experimental foi constituída de um vaso, com uma planta por vaso.

Os fatores estudados foram concentrações de supermagro a 0%; 3%; 6%; 12% e 24% e doses de 110, 330, 550, 770 e 990 gramas de composto orgânico por vaso, correspondendo respectivamente, a 2,8%, 7,9%, 12,6%, 16,7% e 20,5% de volume de composto por volume de substrato (v/v) e 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 kg/cova de 64 dm³.

Os tratamentos adicionais foram:

- **Mineral (Min.):** com nutrientes minerais, sem matéria orgânica, tendo como base as indicações de Malavolta (1980) modificado. Adicionaram-se para cada 7 dm³ de substrato, 2.100 mg de N (uréia), 1.400 mg de P (superfosfato simples), 2.100 mg de K (cloreto e potássio), 560 mg e Ca (superfosfato simples), 420 mg de Mg (sulfato de magnésio), 210 mg de enxofre (superfosfato simples), 35,0 mg de B (ácido bórico), 10,5 mg de Cu (sulfato de cobre), 0,7 mg de Mo (molibdato de sódio) e 35 mg de Zn (sulfato de zinco). Aplicaram-se os nutrientes P, Ca e S durante a mistura do substrato através do superfosfato simples, o N e K 30 dias após o plantio, parcelados em três vezes e em intervalos de 30 dias. O restante dos nutrientes foi colocado em dose única, 30 dias após o plantio.

- **Orgânico/mineral (O/M):** 330 g de composto por vaso, correspondendo a 3 kg por cova de 64 dm³, conforme recomendação de Guimarães et al. (1999); adubação com 1,0 g de N e 3,3 g de K por vaso, correspondendo a 7/64 vezes a recomendação de Guimarães et al. (1999), parcelados em três vezes e em intervalos de 30 dias; adubação com Mg, B, Cu, Mo e Zn nas mesmas quantidades indicadas para o tratamento mineral.

- **Orgânico (Org.):** composto orgânico na dose de 330 g por vaso mais 100 g em cobertura, 45 dias após o plantio, totalizando 430 g por vaso. A dose total de composto foi equivalente ao dobro do nitrogênio ministrado no tratamento mineral, tendo como base que apenas 50% da matéria orgânica decompõem-se no primeiro ciclo de cultivo, entre 100 e 150 dias (Furtini Neto et al., 2001).

As quantidades de nutrientes adicionados por vaso e por tratamento encontram-se descritas na Tabela 4.

TABELA 4 Quantidades de nutrientes adicionados ao substrato nos tratamentos com doses de composto (110, 330, 550, 770, 990 g/vaso) e nos tratamentos adicionais (Min., O/M e Org.). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Elemento	110	330	550	770	990	Min.	O/M	Org.
	(mg/vaso)							
N	1101	3303	5505	7707	9908	2110	5413	4734
P	1915	2946	3977	5007	6038	1400	3946	2216
K	236	708	1181	1653	2125	2100	3708	1015
Ca	1428	3164	4901	6637	8373	560	3164	3733
Mg	316	949	1582	2214	2847	420	1369	1360
S	165	495	826	1156	1486	210	705	710
B	0,50	1,49	2,48	3,47	4,46	35,00	36,49	2,13
Cu	2,33	7,00	11,67	16,34	21,01	10,50	17,50	10,04
Fe	959	2878	4797	6715	8634	----	2878	4125
Mn	41,6	124,8	207,9	291,1	374,3	----	124,8	178,8
Zn	0,17	0,52	0,87	1,22	1,56	35,00	35,52	0,75

3.5 Recipientes e substrato

O substrato foi preparado com terra de um solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico – LVdf (EMBRAPA, 2000). As mudas foram plantadas em vasos com capacidade de 10 dm³. Procedeu-se a mistura de 7 dm³ de solo com 17,8 g de superfosfato simples para todos os vasos. Nos tratamentos com matéria orgânica foram misturados ao substrato as quantidades correspondentes a cada tratamento. Após a mistura, deixou-se o substrato incubando por sete dias antes do plantio. Encontram-se na Tabela 5 os dados de análise química do solo utilizado no substrato.

TABELA 5 Análise química do solo utilizado na composição do substrato. UFLA, Lavras, MG, 2004¹.

PH	P	K	Ca²⁺	Mg²⁺	Al³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)
H ₂ O	(mg/dm ³)		(cmol _c /dm ³)						
5,6	0,4	27	1,6	0,4	0,0	1,5	2,1	2,1	3,6

V	m	MO	P-rem	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S
(%)		(dag/kg)	(mg.L ⁻¹)	(mg/dm ³)					
58,00	0,0	1,0	1,0	0,2	5,6	49,9	26,0	0,9	8,9

¹Análises realizadas no Departamento de Ciências do Solo, Ufla

P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator Melich 1

Ca – Mg – Al – Extrator: KCl 1N

H + Al – Extrator SMP

B – Extrator água quente

S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético

Mat. Org. (MO) – Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N

3.6 Plantio e condução

O plantio foi feito em 15 de março de 2003, sete dias após a mistura do substrato. A aplicação dos tratamentos teve início 30 dias após, por meio da

adubação com os nutrientes minerais. A pulverização de “supermagro” teve início 39 dias após o plantio, em intervalos de 30 dias, sendo a última aplicação em 24 de setembro.

3.7 Planejamento e controle da irrigação

O planejamento da irrigação foi feito com o objetivo de uniformizar a reposição de água em condições iguais para todos os tratamentos.

O controle da irrigação nos tratamentos foi iniciado após o plantio das mudas em vasos, com turno de rega a cada dois dias.

A irrigação foi calculada da seguinte forma: os volumes de água de reposição foram obtidos a partir do percentual 100% da quantidade de água consumida (100% de reposição). A definição de 100% de reposição deu-se pela diferença entre a quantidade de água que foi aplicada e a que foi drenada, a qual representa o volume de água necessária para elevar aquele solo à capacidade de campo. No caso de drenagem igual a zero, definiu-se a reposição em 105%.

Cada um dos vasos foi perfurado e conectado, através de uma mangueira, a um frasco colocado sob a bancada. A água drenada para cada frasco era utilizada na irrigação do mesmo vaso a que estava conectado, fazendo parte da água utilizada na irrigação para manter 100% de reposição.

A reposição foi quantificada pela média de cinco vasos amostrados para cada dose de composto (110, 330, 550, 770 e 990 g/cova), sendo que para o tratamento mineral, foram amostrados dois vasos.

3.8 Avaliações

As avaliações se deram aos 204 dias após o plantio, quando se encerrou o experimento, e foram para as seguintes características:

- **altura de planta (Alt)**: medida em centímetros, do colo das plantas até a gema apical do caule;

- **diâmetro do caule (Diam)**: medido em milímetros, entre o segundo e terceiro nó, com o auxílio de paquímetro;
- **número de nós do ramo ortotrópico (NNRO)**: contagem de todos os nós do ramo ortotrópico;
- **número de ramos plagiotrópicos primários (NRPP)**: contagem feita para todos os ramos plagiotrópicos primários que apresentavam tamanho superior a 5 cm;
- **número de nós dos ramos plagiotrópicos primários (NNRPP)**: fez-se a contagem total de nós dos ramos plagiotrópicos primários que apresentavam tamanho superior a 5,0 cm;
- **área foliar (AF)**: foi estimada pela fórmula proposta por Huerta (1962) e Barros et al. (1973) e confirmada por Gomide et al. (1977), por meio da multiplicação das medidas de comprimento e largura das folhas maiores que 2,5 cm. O valor obtido em cada folha, em centímetros quadrados, foi multiplicado pela constante 0,667 e o total das folhas somado para obter a área foliar de cada planta. Foram medidas todas as folhas acima do oitavo nó ortotrópico;
- **número de folhas (NF)**: procedeu-se a contagem por planta de folhas maiores que 2,5 cm;
- **massa da matéria seca de raízes (MSR), folhas (MSF), da parte aérea (MSPA) e total (MST)**: após avaliadas as demais características, procedeu-se a retirada cuidadosa do substrato das raízes das mudas que foram seccionadas na região do colo. Em seguida; fez-se a lavagem das raízes em água corrente e das folhas com algodão e água destilada para posterior secagem, em estufa a 60°C, até atingir peso constante, para determinação da massa seca em balança de precisão (Malavolta et al. 1989).
- **análise foliar**: após a secagem e determinação de massa seca, separaram-se as amostras de folhas, que foram enviadas ao laboratório do Instituto Capixaba de

Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural para avaliação dos teores de macro e micronutrientes foliares;

- **análise de solo:** foi feita a retirada de amostras simples de solo, nas quais foram feitas análises químicas e físicas. Procedeu-se coletas em quatro pontos amostrais por vaso de cada uma das quatro repetições e, posteriormente, foram misturadas, formando uma amostra composta por tratamento que foi analisada no laboratório de Departamento de Ciência do Solo da UFLA. Os tratamentos amostrados foram os adicionais (Min, O/M e Org) e os fatoriais na concentração zero de supermagro.

3.9 Análises estatísticas

Para todas as características avaliadas foi feita a análise estatística dos dados, de acordo com sugestões apresentadas por Pimentel-Gomes (2000) para análise de experimentos fatoriais com tratamentos adicionais. Os efeitos de tratamentos, bem como os desdobramentos das interações foram avaliados pelo teste F. Quando houve efeito significativo de concentrações de supermagro ou de doses do composto orgânico, as variáveis foram submetidas à análise de regressão para avaliar os seus comportamentos em função das concentrações ou doses dos tratamentos. As diferenças entre tratamentos adicionais foram avaliadas por meio do teste de Tukey (Pimentel-Gomes, 2000) e a comparação entre tratamentos adicionais versus fatoriais foi feita pelo teste F. Todas as análises estatísticas foram executados no programa computacional SISVAR para Windows, versão 4.0 (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento e área foliar

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de análise de variância das características altura, diâmetro do colo, número de ramos, número de nós ortotrópicos, número de nós dos ramos plagiotrópicos, área foliar e número de ramos de cafeeiros, avaliados 204 dias após o plantio, em função dos tratamentos com doses de composto e concentrações de “supermagro”, bem como dos tratamentos adicionais com adubação mineral, orgânica/mineral e orgânica.

Verifica-se que houve interação significativa para as características número de ramos, número de nós dos ramos plagiotrópicos e número de folhas. Para número de nós ortotrópicos e área foliar, houve efeito significativo somente do composto, enquanto que para altura de plantas e diâmetro do colo não houve efeito significativo para nenhum dos fatores estudados (Tabela 6).

Quanto aos tratamentos adicionais observa-se, na Tabela 6, que não houve diferença significativa pelo teste F. Na comparação entre fatorial e adicional houve diferença significativa para número de nós plagiotrópicos, área foliar e número de folhas.

TABELA 6 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para as variáveis altura de planta, diâmetro do colo, número de ramos, número de nós ortotrópicos, número de nós dos ramos plagiotrópicos, área foliar e número de folhas em cafeeiros submetidos a diferentes doses de composto e “supermagro”. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis						
		Alt(cm) ²	Diâm (mm) ²	NRPP	NNO	NNPP	AF (cm ²) ²	NF
Trat	27	23,3389	1,1810	12,0380**	1,9004**	144,6756**	826526,0727**	701,3396**
Fatorial	24	23,2808	1,1317	11,8511	2,0344	140,7106	855574,0092	679,0520
Comp	4	28,4950	0,7407	22,0150**	7,5350**	486,7650**	3205029,9794**	2111,4900**
SM	4	20,6207	0,8746	9,1900	0,2600	69,2150	397925,4878	420,5650
Comp vs SM	16	22,6592	1,2940	10,0337*	1,1162	72,1712**	382624,1920	384,6650*
Adicional	2	9,5633	1,2527	12,5833	0,0833	128,2500	278610,2405	618,5833
Adic. vs Fat.	1	52,0144	2,2181	14,2519	2,1376	271,4405*	1225176,0179*	1416,1430*
Bloco	3	56,7518	0,7606	1,6756	2,1756	18,2470	64237,8942	125,5089
Erro	81	17,9094	1,2030	5,4287	0,9595	48,0557	252243,8717	255,3978
CV		13,17	20,61	35,60	6,78	42,64	33,51	30,79
Média		32,14	5,32	6,545	14,44	16,26	1498,73	51,90

*** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise de variância relativos ao desdobramento das concentrações de “supermagro” dentro de cada dose do composto, para as características número de ramos, de nós dos ramos plagiotrópicos e de folhas.

TABELA 7 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para o desdobramento de “supermagro” dentro de cada dose de composto, relativos a número de ramos, de nós plagiotrópicos e de folhas em cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis		
		NRPP	NNRPP	NF
SM/110g	4	0,1750	8,6750	37,3000
SM/330g	4	5,3750	14,8750	141,0500
SM/550g	4	10,8000	74,5500	545,3250*
SM/770g	4	23,6750**	144,6250**	860,1250**
SM/990g	4	9,30000	115,1750*	375,4250
Resíduo	81	5,4287	48,0557	255,3978

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Observa-se efeito significativo a 1% pelo teste F do desdobramento de “supermagro” na dose de 770 g nas características número de ramos, número de nós plagiotrópicos e número de folhas e significativo a 5% nas doses de 990 g de composto para número de nós plagiotrópicos e 550 g para número de folhas. Nas outras doses do composto não foi detectado efeito significativo das concentrações de “supermagro”. Para as interações significativas, verifica -se que há efeito das concentrações de “supermagro” sobre as características avaliadas nas respectivas doses de composto (Tabela 7).

Na Tabela 8 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das concentrações de “supermagro” dentro das doses do

composto, para as características número de ramos na dose de 770 g, número de nós dos ramos plagiotrópicos nas doses de 770 g e 990 g e número de folhas nas doses de 550 g e 770 g.

TABELA 8 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão, relativos a número de ramos na dose de 770 g, de nós dos ramos plagiotrópicos nas doses de 770g e 990g e de folhas nas doses de 550 g e 770 g. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis				
		NRPP		NNRPP		NF
		SM/770	SM/770	SM/990	SM/550	SM/770
Linear	1	26,4062*	267,8062*	11,0250	672,4000	133,2250*
Quadrática	1	64,0726**	286,7501**	63,65043	140,0695	219,3800**
Desvio	2	2,1105*	11,9718	193,0123**	684,4153*	574,5475
Resíduo	81	5,4287	48,0557	48,0557	255,3978	255,3978

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Verifica-se que a regressão quadrática foi significativa a 1% pelo teste F, na dose de 770g de composto nas características número de ramos, número de nós dos ramos plagiotrópicos e número de folhas e a 5% para a regressão linear, indicando que é possível estabelecer uma relação funcional entre as concentrações de ‘supermagro’ e as variáveis. Nas doses de 990g de composto, para número de ramos plagiotrópicos, e de 550 g para número de folhas, não houve efeito significativo na regressão (Tabela 8).

Na Figura 1 encontra-se a representação gráfica do efeito das concentrações de ‘supermagro’ na dose de 770 g de composto orgânico sobre o número de ramos, de nós dos ramos plagiotrópicos e de folhas.

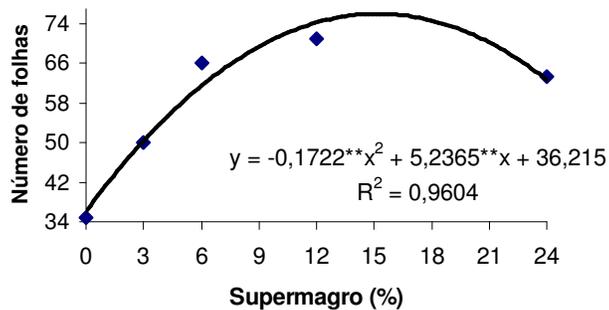
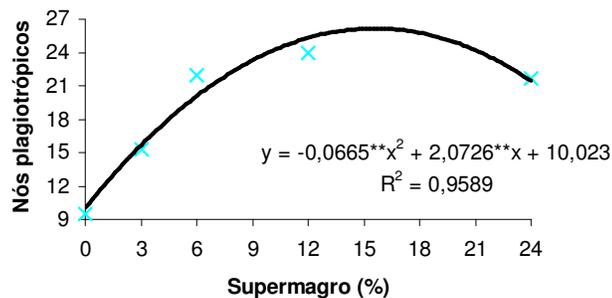
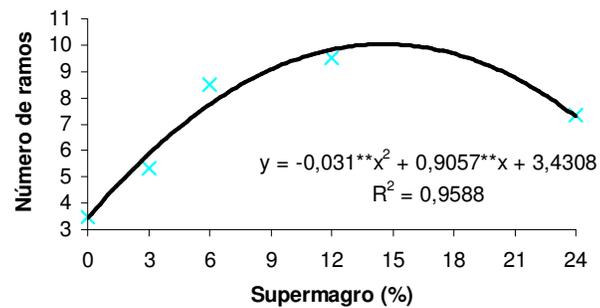


FIGURA 1 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação para as variáveis número de ramos, de nós plagiotrópicos e de folhas em plantas de cafeeiro em função das concentrações de “supermagro” na dose de 770 g de composto no substrato. UFLA. Lavras, MG, 2004.

Observa-se efeito quadrático das concentrações de “supermagro” na dose de 770 g de composto sobre o número de ramos, número de nós plagiotrópicos e número de folhas, com respectivos coeficientes de determinação de 95,88%, 95,89% e 96,04%. Os pontos de máximo foram, respectivamente, iguais a 14,54%, 15,63% e 15,21% de “supermagro”, ocorrendo efeito depressivo para maiores concentrações (Figura 1). Os resultados obtidos por Lohmann et al. (1998) na cultura do milho também apresentaram incrementos no crescimento para a característica altura com aplicação de “supermagro” sem, contudo, promover alteração na produção. Já nos trabalhos de Souza (2001), na cultura de quiabo com biofertilizante bovino e pimentão com “supermagro” e de Maia (2002), na cultura da alface com “supermagro”, não foram encontrados resultados significativos.

A diminuição do crescimento a partir dos pontos de máximo (Figura 1), pode ser devido á condutividade elétrica do “supermagro” entre 0,96 a 5,49 mS.cm⁻¹ nas concentrações de 3% a 24% (Tabela 3), valores estes considerados prejudiciais para o desenvolvimento das plantas pois, a maioria dos vegetais tolera substâncias com condutividade elétrica entre 0,5 a 0,8 mS.cm⁻¹ na absorção foliar (Santos, 2000). Tendo em vista que ao “supermagro” adicionam - se minerais com os micronutrientes Cu, B, Fe, Mn e Zn que, com pequena elevação dos teores além dos necessários, podem causar desequilíbrio nutricional, pode-se supor que níveis foliares inadequados também induziram a menores crescimentos nas maiores concentrações.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das doses do composto orgânico, para as características número de nós ortotrópicos e área foliar.

Observa-se efeito significativo das regressões linear e quadrática para os o número de nós ortotrópicos e a área foliar, indicando que houve relação entre as doses de compostos e as características avaliadas (Tabela 9).

TABELA 9 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão do composto orgânico sobre o número de nós ortotrópicos e a área foliar em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	G.L.	Variáveis	
		Nós ortotrópicos	Área foliar (cm ²) ²
Linear	1	20,4800**	7745764,6106**
Quadrática	1	4,1286*	3203357,8753**
Desvio	2	2,7657	935498,7159
Resíduo	81	0,9595	252243,8717

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Na Figura 2 observam-se as representações gráficas do efeito do composto orgânico sobre o número de nós do ramo ortotrópico e da área foliar.

Observa-se efeito quadrático e positivo do composto sobre número de nós do ramo ortotrópico e área foliar, com respectivos pontos de máximo nas doses de 702 g e 752 g e uma tendência depressiva a partir desses pontos (Figura 2). Estes valores encontram-se próximos da melhor dose de 770 g encontrada na interação (Figura 1).

Furtini Neto et al. (1995) observaram que a dose de 8 kg de esterco por cova, supriu o cafeeiro nos dois primeiros anos após o plantio, dose esta 15% a 20% maior que as doses de composto nos pontos de máximo e 12,5% maior que a dose de 770 g/vaso. O menor crescimento a partir dos pontos de máximo (Figura 2) pode ser devido à condutividade elétrica do composto, elevando a concentração de sais no substrato. Este fato foi observado por Trindade et al. (2001) que obtiveram o máximo crescimento de mudas de eucalipto a 36,9% de volume de composto por volume de substrato e incrementos decrescentes acima desse percentual.

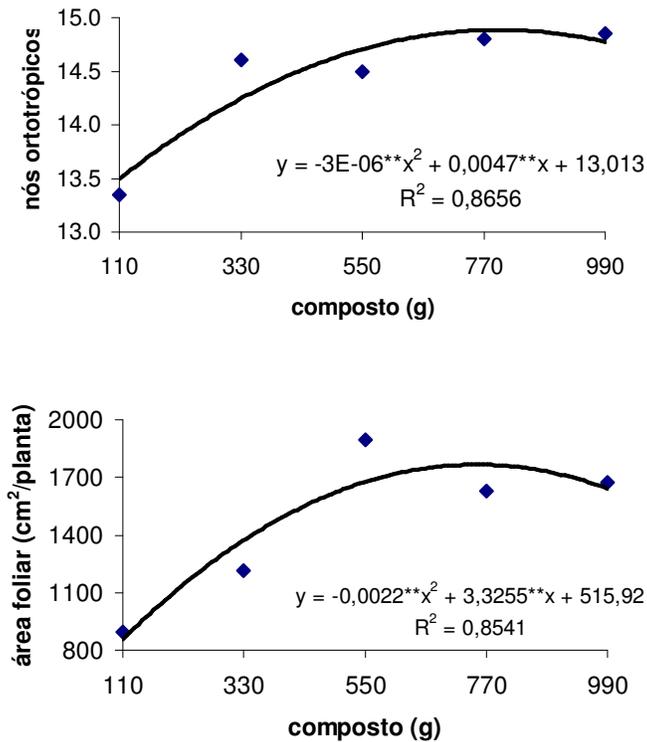


FIGURA 2 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação para as variáveis número de nós do ramo ortotrópico e da área foliar, em plantas de cafeeiro, em função de doses do composto no substrato. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Com base na densidade de $547,3 \text{ g.dm}^{-3}$ do composto úmido do presente trabalho, obtêm-se nas doses de 702, 752 e 770g, volumes correspondentes de 1.279, 1.381 e 1.407 dm^3 , com proporções respectivas de 15,4%, 16,5% e 16,74% de volume de composto por volume do substrato, valores estes inferiores ao de 36% obtido para o eucalipto por Trindade et al. (2001). Em relação à recomendação de Guimarães et al. (1999), entre 3 e 5 kg de esterco por

cova, os valores obtidos são superiores, com a dose de 770 g correspondendo a 7 kg/cova.

Na Tabela 10 observam-se as médias dos tratamentos adicionais e fatoriais para altura, diâmetro do colo, número de ramos, número de nós ortotrópicos, número de nós plagiotrópicos, área foliar e número de folhas.

TABELA 10 Valores médios de altura de plantas, diâmetro do caule, número de nós do ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos primários, número de nós dos ramos plagiotrópicos, área foliar e número de folhas em cafeeiro, relativos aos tratamentos adicionais e fatoriais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamento	Alt (cm)	Diâm (mm)	NNRO	NRPP	NNRPP	AF (cm ²)	NF
Adicional	34,11 a	5,73 a	14,83 a	7,58 a	20,75 a	1800,65 a	62,17 a
Fatorial	31,91 a	5,27 a	14,39 a	6,42 a	15,72 b	1462,50 b	50,67 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F, a 5%.

A média dos tratamentos adicionais foi superior à média dos fatoriais para três das sete características, igualando-se nas demais (Tabela 10). Tomando-se os valores obtidos na dose de 770 g/vaso para número de nós plagiotrópicos e número de folhas, e para área foliar no ponto de máximo (752 g/vaso), respectivamente 19,54; 76,26 e 1766,90 cm² (Figuras 1 e 2), tem-se para número de nós plagiotrópicos e área foliar, valores menores e próximos à média dos adicionais, com o valor de número de folhas acima das médias dos adicionais (Tabela 17), permitindo inferir que os referidos tratamentos foram semelhantes aos tratamentos adicionais usados com padrão.

4.2 Massa seca

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de análise de variância das características massa seca da raiz, das folhas, da parte aérea e total de cafeeiros, avaliados aos 204 dias após o plantio, em função dos tratamentos com doses de composto e concentrações de ‘supermagro’, bem como dos tratamentos adicionais com adubação mineral, orgânica/mineral e orgânica.

TABELA 11 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para as variáveis massa seca da raiz, das folhas, da parte aérea e total em cafeeiro sob diferentes doses de composto e ‘supermagro’. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis			
		MSR	MSF	MSPA	MST
Trat	27	5,8696	31,8006**	55,7406**	76,3175*
Fatorial	24	6,4817	32,1571	55,8479	79,2910
Comp	4	7,9846	108,6401**	156,1443**	128,4343*
SM	4	3,1544	17,4566	35,1529	38,5931
Comp vs SM	16	6,9378	16,7117*	35,9473*	77,1798*
Adicional	2	1,4568	10,4802	16,7796	24,5277
Adic vs Fator	1	0,0034	65,8865*	131,0925*	108,5312
Bloco	3	7,0493	1,5782	6,7041	40,4758
Erro	81	4,6054	10,0756	22,0951	52,5380
CV em %		59,92	33,44	35,57	38,19
Média		3,58	9,49	13,22	16,80

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Observa-se, pelos dados da Tabela 11, que houve interação significativa para as características massa seca das folhas, da parte aérea e total, enquanto que para massa seca da raiz não houve efeito significativo.

Quanto aos tratamentos adicionais, não houve diferença significativa. Na comparação fatorial versus adicional, houve diferença significativa para as características massa seca de folhas e da parte aérea, ou seja, a média dos tratamentos fatoriais e a média dos tratamentos adicionais diferem entre si para as características citadas (Tabela 11).

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de análise de variância relativos ao desdobramento das concentrações de “supermagro” dentro de cada dose do composto, para as características massa seca da folha, da parte aérea e total de cafeeiros.

TABELA 12 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para o desdobramento de “supermagro” dentro de cada dose de composto, relativos à massa seca das folhas, da parte aérea e total em cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis		
		MSF	MSPA (g/planta) ²	MST
SM/110g	4	0,1990	0,2617	3,4207
SM/330g	4	2,9688	8,2108	43,9506
SM/550g	4	25,3718*	49,5816*	76,8583
SM/770g	4	31,1459*	73,2101**	121,4302*
SM/990g	4	24,6180*	47,6779*	68,8855
Resíduo	81	10,0756	22,0951	52,5380

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Observa-se, para a característica massa seca das folhas, significância do desdobramento de “supermagro” na doses de 550, 770, e 990 g de composto por vaso. Para massa seca da parte aérea, foi significativo a 1% o desdobramento na dose de 770 g e a 5% nas doses de 550 e 990 g. Para matéria seca total houve

significância a 5% somente na dose de 770 g. Nas outras doses de composto não houve efeito significativo entre as concentrações de “supermagro”. Para as interações significativas pode-se inferir que há efeito das concentrações de supermagro, em cada dose de composto, sobre as características avaliadas (Tabela 12).

Na Tabela 13 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das concentrações de “supermagro” dentro das doses do composto, para as características massa seca das folhas e da parte aérea, nas doses de 550, 770 e 990 g e massa seca total na dose de 770 g.

Tabela 13 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão dos desdobramentos das concentrações de “supermagro” dentro de doses de composto, relativos às características massa seca das folhas, da parte aérea e total. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis						
		MSF			MSPA			MST
		SM/550	SM/770	SM/990	SM/550	SM/770	SM/990	SM/770
Linear	1	30,4154	72,4821**	6,2094	58,0930	149,8077**	11,9902	232,5892*
Quadrática	1	12,0718	51,2954*	8,0001	20,1904	137,9308**	17,3194	236,6713*
Desvio	2	29,4999	0,4030	42,1311	60,0215	2,5510	80,7009*	8,2301
Resíduo	72	10,0756	10,0756	10,0756	22,0951	22,0951	22,0951	52,5380

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Verifica-se significância para a regressão linear e quadrática da massa seca das folhas, da parte aérea e total na dose de 770 g de composto por vaso, sendo, portanto, possível estabelecer uma relação funcional com concentrações de “supermagro”. Nas doses de 550 e 990 g de composto não houve significância para as três características avaliadas (Tabela 13).

Observa-se, na Figura 3, a representação gráfica e a equação de regressão da produção de massa seca das folhas, da parte aérea e total, em função das concentrações de “supermagro” dentro da dose de 770 g de composto orgânico.

Observa-se efeito quadrático das concentrações de “supermagro” na dose de 770 g de composto sobre a massa seca das folhas, da parte aérea e total, com respectivos coeficientes de determinação de 99,30%, 98,26% e 96,61% e pontos de máximo em 16,38%, 15,88% e 15,71% de “supermagro” (Figura 3) próximos aos encontrados para número de ramos, número de nós plagiotrópicos e número de folhas representados na Figura 1, com respectivos pontos de máximo de 14,54%, 15,63% e 15,20. Estes resultados diferem dos obtidos por Lohmann et al. (1998) Souza (2001) e Maia (2002), que não encontraram efeito significativo do “supermagro” nas culturas de milho, quiabo, pimentão e alface.

Ressalte-se que os trabalhos de Souza (2001) foram desenvolvidos em área experimental, com cultivo orgânico exclusivo por vários anos e considerada equilibrada pelo autor, indicando que em solos equilibrados o “supermagro” por via foliar não produziria efeito na cultura. No presente trabalho, de implantação de café, com mistura de subsolo e composto, certamente a pressuposta condição de equilíbrio de Souza (2001) não é atingida, já que a matéria orgânica disponibiliza lentamente os nutrientes (Furtini Neto et al., 2001) e uma suplementação de nutrientes por via foliar pode ser viável.

Quanto ao decréscimo a partir dos pontos de máxima, também de forma semelhante ao número de ramos, de nós plagiotrópicos e de folhas, pode-se supor que ocorreram devido à alta condutividade elétrica do “supermagro” (Tabela 3) e a prováveis desbalanços nutricionais por concentrações inadequadas de micronutrientes na calda.

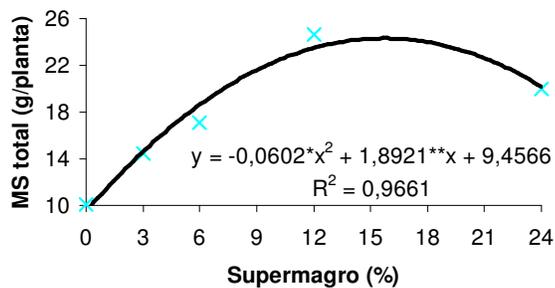
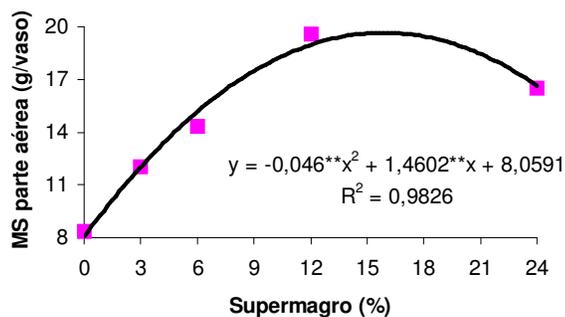
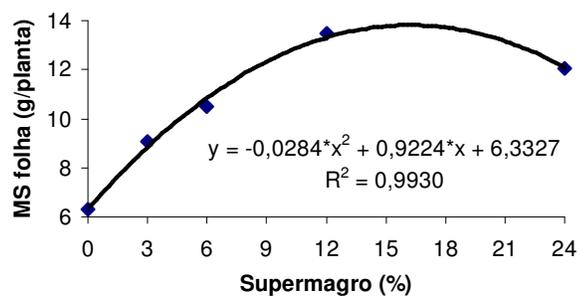


FIGURA 3 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação para as variáveis massa seca das folhas, da parte aérea e total de plantas de cafeeiro, em função das concentrações de “supermagro” para a dose de 770g de composto no substrato. UFLA. Lavras, MG, 2004.

Na Tabela 14, observam-se as médias dos tratamentos adicionais e fatoriais para as características massa seca das folhas, da parte aérea e total.

TABELA 14 Valores médios de massa seca de folha, da parte aérea e total em cafeeiro, relativos aos tratamentos adicionais e fatoriais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamento	MSF g/planta	MSPA g/planta	MST g/planta
Média Adicional	11,71 a	16,34 a	19,94 a
Média Fatorial	9,23 b	12,84 b	16,42 a

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste F, a 5%.

As médias dos tratamentos adicionais, para as características matéria seca das folhas e da parte aérea, foram superiores às médias dos tratamentos fatoriais (Tabela 14). Tomando-se os valores de crescimento na dose de 770g do composto para massa seca das folhas e da parte aérea, têm-se valores respectivos de 13,32 e 18,96 g/planta (Figura 3) acima das médias dos adicionais (Tabela 14). Isso sugere que a combinação de concentrações do “supermagro” com a dose de 770g/vaso foi semelhante à média dos tratamentos adicionais, usados com padrão.

A dose de 770 g/vaso corresponde a 7 kg/cova, estando esse valor acima do recomendado por Guimarães et al. (1999), entre 3 e 5 kg/cova e inferior à dose de 8 kg/cova de esterco de curral, observada por Furtini Neto et al. (1995) como suficiente para implantação de café.

4.3 Análise de solo

Nas Tabelas 15 e 16 são apresentados, respectivamente, os resultados das análises química e física dos solos, dos tratamentos com composto orgânico nas doses de 110, 330, 550, 770 e 990 gramas por vaso e dos tratamentos adicionais: mineral, orgânico/mineral e orgânico.

TABELA 15 Resultados da análise química de solo dos tratamentos com doses de composto (110, 330, 550, 770 e 990 g/vaso) e dos tratamentos adicionais (Min, O/M e Org), após 204 dias. UFLA, Lavras, MG, 2004¹.

Características	Trat							
	110g	330g	550g	770g	990g	Min	O/M	Org
pH H ₂ O	6,7	7,1	7,2	7,2	7,2	5,6	6,5	6,9
P (mg/dm ³)	28,5	82,6	93,3	98,5	130,8	13,2	32,7	90,3
K (mg/dm ³)	61	130	160	224	303	208	504	166
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	4,2	4,4	5,2	5,7	5,6	2,3	4,4	4,5
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,8	1,0	1,3	1,8	1,9	0,7	1,3	1,3
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,5	1,3	1,2	1,3	1,2	2,3	1,7	1,3
SB (cmol _c /dm ³)	5,2	5,7	6,9	8,1	8,3	3,5	7,0	5,2
(t) (cmol _c /dm ³)	5,2	5,7	6,9	8,1	8,3	3,5	7,0	5,2
(T) (cmol _c /dm ³)	6,7	7,0	8,1	9,4	9,5	5,8	8,7	6,5
V (%)	77,5	81,5	85,2	86,1	87,3	60,5	80,4	80,1
m (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
Mat. Org. (dag/Kg)	1,1	1,6	1,9	2,4	3,0	1,3	1,4	1,6
P-rem (mg/L)	3,3	7,7	7,2	10,9	11,5	4,1	6,3	7,0
Zn (mg/dm ³)	1,9	4,8	7,9	9,5	11,6	2,2	4,9	5,4
Fe (mg/dm ³)	31,3	28,3	23,7	23,1	21,3	29,0	25,6	31,2
Mn (mg/dm ³)	22,2	31,1	37,1	34,9	38,6	16,8	29,7	31,2
Cu (mg/dm ³)	3,2	2,6	2,2	1,7	1,4	3,4	3,0	2,6
B (mg/dm ³)	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
S (mg/dm ³)	69,6	57,7	57,7	54,4	61,2	69,6	63,2	52,9

¹Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator Melich I

Ca – Mg – Al – Extrator: KCl 1N

H + Al – Extrator SMP

B – Extrator água quente

S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético

Mat. Org. (MO) – Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N

TABELA 16 Resultado de análise física do solo dos tratamentos aplicados, após 204 dias. UFLA, Lavras, MG, 2004¹.

Tratamento	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
Composto 110g	20	14	66
Composto 330g	20	14	66
Composto 550g	22	15	63
Composto 770g	22	16	62
Composto 990g	22	17	61
Adicional orgânico	19	11	70
Adicional org/min	20	15	65
Adicional mineral	21	14	65

¹Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da Ufla.

Os dados das Tabelas 15 e 16 serão discutidos à medida em que forem apresentados os resultados das análises foliares.

4.4 Análise foliar - macronutrientes

Na Tabela 17 são apresentados os resultados da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em função dos tratamentos com diferentes doses de composto e concentrações de “supermagro”, bem como os tratamentos adicionais com adubação mineral, orgânica/mineral e orgânica.

Pelos dados da Tabela 17 verifica-se que houve interação significativa entre composto e “supermagro” apenas para o magnésio. Para as demais características houve efeito significativo isolado do composto orgânico.

Quanto aos tratamentos adicionais, observa-se diferença significativa somente para K. Na comparação entre as médias dos fatoriais e dos adicionais, houve diferença significativa entre os teores foliares de nitrogênio e magnésio (Tabela 17).

TABELA 17 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os teores foliares das variáveis N, P, K, Ca, Mg e S em cafeeiros submetidos a diferentes doses de composto e “supermagro”. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		(dag.kg ⁻¹) ²					
Trat	27	0,308608**	0,002604**	0,072377**	0,055448**	0,002458**	0,009209*
Fatorial	24	0,309350	0,002561	0,070567	0,060841	0,002491	0,009600
Comp	4	1,612350**	0,010683**	0,222962**	0,255084**	0,007906**	0,039983**
SM	4	0,047850	0,002883	0,009087	0,014874	0,002939**	0,003523
Comp vs SM	16	0,048975	0,000818	0,047837	0,023773	0,001025**	0,003523
Adicional	2	0,050833	0,000308	0,125625*	0,004258	0,000758	0,000308
Adic vs Fator	1	0,806344**	0,002720	0,009324	0,028380	0,005076**	0,017632
Bloco	3	0,171270	0,002206	0,080201	0,120195	0,001384	0,006546
Erro	81	0,031774	0,001236	0,034352	0,021745	0,000376	0,004772
CV		6,69	24,70	5,70	10,51	7,05	40,15
Média		2,66	0,14	3,25	1,40	0,27	0,17

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Na Tabela 18 são apresentados os resultados da análise de variância relativos ao desdobramento das concentrações de “supermagro” dentro de cada dose do composto, para os teores foliares de magnésio.

TABELA 18 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para o desdobramento de “supermagro” dentro de cada dose de composto, relativos aos teores foliares de magnésio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Magnésio (dag.kg⁻¹)²
SM/110g	4	0,001445**
SM/330g	4	0,001108**
SM/550g	4	0,001883**
SM/770g	4	0,001883**
SM/990g	4	0,000720
Resíduo	81	0,000376

* ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Observa-se efeito significativo, a 1% pelo teste F, das concentrações de “supermagro” em todas as doses de composto, exceto na dose de 990 g sobre os teores foliares de magnésio (Tabela 18).

Na Tabela 19 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das concentrações de “supermagro”, dentro das doses de 110, 330, 550, e 770 g do composto, para os teores foliares de magnésio.

Verifica-se significância a 1% pelo teste F para a regressão linear dos teores foliares de magnésio nas doses de 110, 550 e 770 g de composto e para a regressão quadrática na dose de 330 g. A regressão quadrática na dose de 770 g foi significativa a 5%. Os efeitos de regressão significativos indicam que é possível estabelecer uma relação funcional entre as concentrações de

“supermagro” e os teores foliares de magnésio nas doses de 110, 330, 550 e 770 g de composto (Tabela 19).

TABELA 19 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão, relativos aos teores foliares de magnésio em plantas de cafeeiro nas doses de 110, 330, 550 e 770 g/vaso. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis			
		SM/110	SM/330	SM/550	SM/770
		(dag/kg) ²			
Linear	1	0,005641**	0,000563	0,007290*	0,004951**
Quadrática	1	0,000064	0,003692**	0,000015	0,001491*
Desvio	2	0,000038	0,000088	0,000112	0,000549
Resíduo	81	0,000376	0,000376	0,000376	0,000376

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Observa-se, na Figura 4, a representação gráfica das equações de regressão dos teores foliares de magnésio em cafeeiro, em função das concentrações de “supermagro” dentro das doses de 110, 330, 550 e 770 g de composto orgânico.

Nota-se, na Figura 4, efeito linear e positivo do “supermagro” sobre os teores foliares de magnésio nas doses de 110 e 550 gramas por vaso. Avaliando-se as equações y_{110} e y_{550} , espera-se um acréscimo médio de 0,0020 e 0,0022 dag.kg⁻¹, respectivamente, nos teores foliares de magnésio para cada incremento de uma unidade de concentração de “supermagro”. Nas doses de 330 e 770 g verifica-se um efeito quadrático com respectivos valores máximos dos teores de magnésio ocorrendo nas concentrações de 11,05% e 18,48% do “supermagro” e

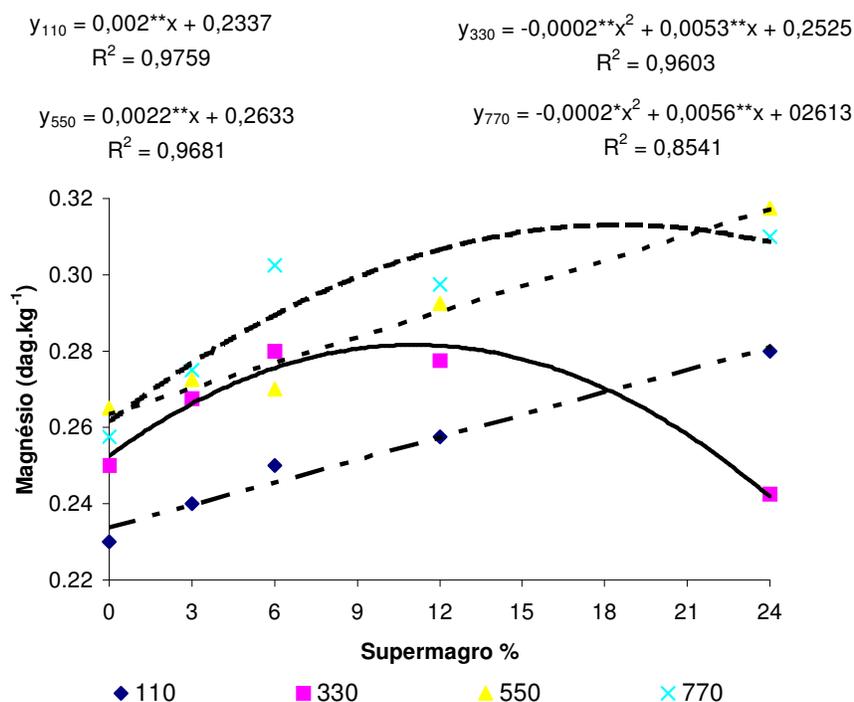


FIGURA 4 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de magnésio em função das concentrações de “supermagro” dentro das doses de 110, 330, 550 e 770 g de composto. UFLA. Lavras, MG, 2004.

efeito depressivo nas maiores concentrações provocado, provavelmente, pela condutividade elétrica alta do “supermagro” entre 0,93 e 5,49 mS.cm⁻¹ nas concentrações de 3% a 24% respectivamente (Tabela 3), acima dos valores adequados de 0,5 a 0,8 mS.cm⁻¹, segundo Santos (2000).

Observa-se, na dose de 110 g de composto, que o maior teor foliar de magnésio obtido foi de 0,281 dag.kg⁻¹ (Figura 4), o qual não atinge o nível dos teores adequados de 0,29 a 0,51 dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), o mesmo

ocorrendo na dose de 330 g, com teor máximo de $0,28 \text{ dag.kg}^{-1}$. Na dose de 550 g a faixa de teor foliar adequado é atingida na concentração de 11,1% de “supermagro” e na dose de 770 g na concentração de 6,17% (Figura 4).

Devido à elevação dos teores de potássio no solo de 61 a 303 mg.dm^{-3} (Tabela 15), atingindo o nível ‘muito bom’, acima de 200 mg.dm^{-3} de acordo com classificação de Guimarães et al. (1999), poder-se-ia esperar efeito de inibição competitiva e diminuição da absorção de magnésio (Tabela 1). Entretanto, observa-se que os teores foliares de magnésio tendem a ser crescentes em relação às doses de composto (Figura 4), não havendo inibição pela e elevação dos teores de potássio no solo. Ao contrário do cálcio que apresenta valores decrescentes, a percentagem de saturação de magnésio na CTC potencial é crescente, nas doses de 110, 330, 550, 770 e 990 g/vaso (Tabela 16), com valores respectivos de 15,4%, 17,5%, 18,8%, 22,2% e 22,9%, não atingindo uma relação K/Mg maior que 10/1, prejudicial para absorção do magnésio, segundo Guimarães et al. (2002), atingindo, porém, percentuais acima do intervalo ideal de 10% a 20% da CTC potencial, descrito por Furtini Neto et al. (2001).

Na Tabela 20 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das doses do composto orgânico, para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio.

Observa-se efeito significativo da regressão linear para os macronutrientes N, P, K, Ca e S e quadrática somente para o S, indicando que houve relação entre as doses de compostos e os teores foliares de cada nutriente (Tabela 20).

TABELA 20 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão, do composto orgânico sobre os teores foliares de N, P K, Ca e S em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	G.L.	Variáveis				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio (dag.kg ⁻¹) ²	Cálcio	Enxofre
Linear	1	6,230450**	0,037813**	0,851512**	0,999698**	0,128524**
Quadrática	1	0,026036	0,004723	0,015009	0,008470	0,031080*
Desvio	2	0,096457	0,000099	0,012664	0,006084	0,000165
Resíduo	72	0,031774	0,001236	0,034352	0,021745	0,004772

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Na Figura 5 observa-se a representação gráfica e equações de regressão do efeito do composto orgânico sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio em plantas de cafeeiro.

Observa-se, na Figura 5, efeito linear e positivo para N e K e negativo para P e Ca. Espera-se um acréscimo médio de 0,0008 dag.kg⁻¹ de N e 0,0003 dag.kg⁻¹ de K para cada aumento de uma unidade nas doses de composto e um decréscimo médio de 0,00006 dag.kg⁻¹ de P e 0,0003 dag.kg⁻¹ de Ca para cada aumento de uma unidade nas doses de composto. Trindade et al. (2001) encontraram tendências semelhantes para os teores de N, K e Ca e resultado contrário para o P, com aumento crescente dos teores em plantas de eucalipto.

Os teores foliares de nitrogênio atingiram a faixa adequada de 2,88 a 3,22 dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999) a partir da dose de 857 gramas por vaso (Figura 5) chegando a 2,99 dag.kg⁻¹ na dose de 990g. Quanto ao fósforo, houve redução nos teores foliares de 0,171 a 0,116 dag.kg⁻¹ (Figura 5) com o aumento das doses de composto, atingindo a faixa de teores adequados entre 0,12 e 0,16

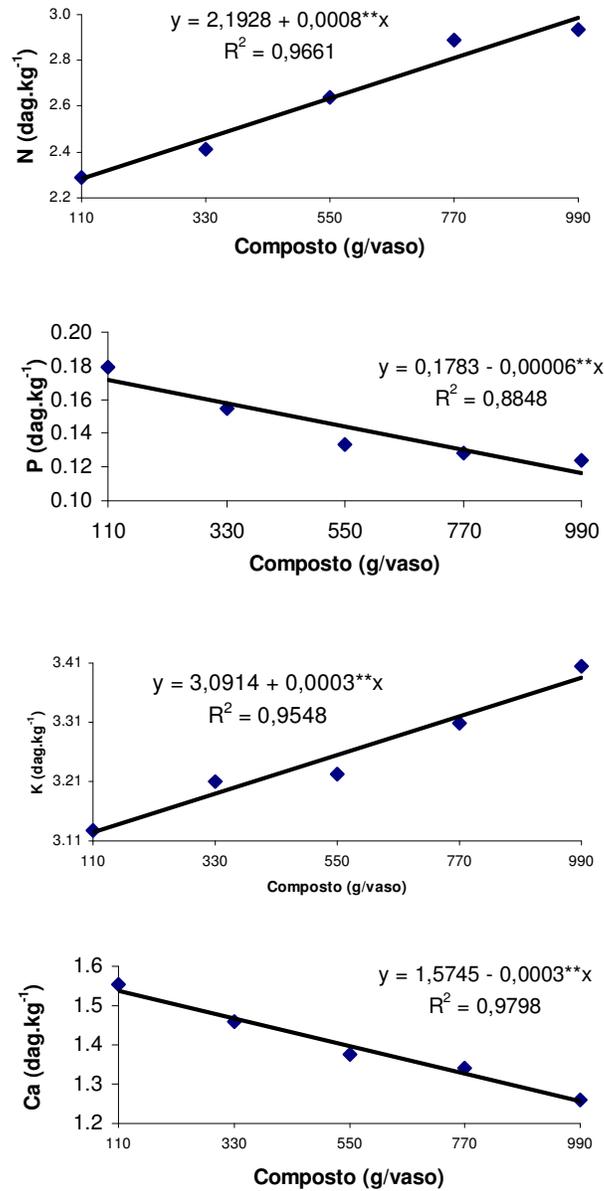


FIGURA 5 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de N, P, K e Ca em cafeeiros adubados com diferentes doses de composto orgânico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999) nas doses de 925 e 290 g de composto, respectivamente.

Os teores foliares de potássio observados entre 3,124 e 3,385 dag.kg⁻¹ (Figura 5) encontram-se acima da faixa adequada de 2,10 a 3,02 dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), sendo explicados pelo fato do potássio ser 100% liberado no primeiro ciclo de cultivo, entre 100 a 150 dias, ao contrário dos outros nutrientes que são liberados até o terceiro cultivo, em torno de 300 a 450 dias, à medida que ocorre a decomposição da matéria orgânica (Furtini Neto et al., 2001). Barros et al. (1995) observaram a eficiência da matéria orgânica na substituição da dose de 15g de cloreto de potássio no plantio de café por 1,0; 2,0 e 4,0 kg de palha de café curtida, 2 kg de composto ou 2 kg de esterco de curral, tanto em cobertura como na cova, na implantação de cafeeiros, evidenciando a liberação rápida do potássio.

Apesar do cálcio apresentar teores crescentes no solo de 4,2 a 5,6 cmol.c.dm⁻³ (Tabela 15), os teores foliares foram decrescentes de 1,539 a 1,256 g.kg⁻¹ (Figura 5) em relação ao aumento das doses de 110 a 990 g de composto. Como a absorção do Ca é reduzida pela inibição competitiva na presença de altos teores de K (Tabela 2) e observam-se teores crescentes de K no solo de 61 mg.dm⁻³ a 303 mg.dm⁻³ (Tabela 15) nas doses respectivas de 110 g a 990 g de composto, evoluindo de um nível baixo para muito bom conforme classificação de Guimarães et al. (1999), é provável que um desbalanço na relação K/Ca tenha promovido uma redução na absorção do cálcio.

Trindade et al. (2001) sugeriram que, em trabalhos com aplicações de resíduos orgânicos, o percentual do cátion na CTC pode ser a melhor característica do substrato para estimar a sua disponibilidade para a planta. Calculando-se a percentagem de saturação de cálcio e potássio na CTC potencial, nas doses de 110, 330, 550, 770 e 990 gramas por vaso, obtêm-se, respectivamente, 80,8; 77,2; 75,4; 70,4 e 67,5% de cálcio e 2,88%, 5,79%,

5,94%, 7,03% e 9,40% de potássio. Os percentuais de potássio na CTC potencial encontram-se acima da condição ideal nas doses de 330 a 990g, considerando-se o intervalo ideal de 2,0% a 5,0% indicado por Furtini Neto et al. (2001), levando a um provável desbalanço na relação K/Ca. Além disso, o percentual de cálcio na CTC decresce com o aumento das doses de composto reduzindo a disponibilidade. Apesar dos valores altos de potássio na CTC efetiva e do provável desequilíbrio na relação K/Ca, os teores foliares de cálcio (Figura 5) ficaram acima da faixa adequada entre 0,88 e 1,26 g.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999).

Comparando-se as quantidades de cálcio, magnésio e potássio fornecidas nos tratamentos, têm-se, nas doses de 110 a 990 g de composto, valores de 236 a 2.125 mg/vaso para o potássio, 1.428 a 8.373 mg/vaso para o cálcio e 316 a 2.847 mg/vaso para o magnésio e no tratamento mineral 2100 mg de potássio, 560 mg de cálcio, 420 mg de magnésio (Tabela 4). Como, segundo Furtini Neto et al. (2001), 50% do cálcio e do magnésio da matéria orgânica e 100% do potássio são solubilizados entre 100 e 150 dias, observa-se que as quantidades fornecidas de 2.125 mg de potássio na dose de 990 g de composto, de 1428 mg de cálcio na dose de 110 g, de 949 mg de magnésio na de 330 g, são superiores as doses do tratamento mineral.

Na Figura 6 observam-se a representação gráfica e a equação de regressão do efeito do composto orgânico sobre os teores foliares de enxofre em plantas de cafeeiro.

Observa-se, na Figura 6, uma tendência de decréscimo nos teores foliares de enxofre com o aumento das doses de composto, com valor mínimo na dose de 806,1 g/vaso, correspondente ao teor foliar de 0,142 dag.kg⁻¹, próximo ao limite mínimo dos teores adequados entre 0,14 e 0,22 dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), alcançando o limite superior na dose de 277,6 g/vaso.

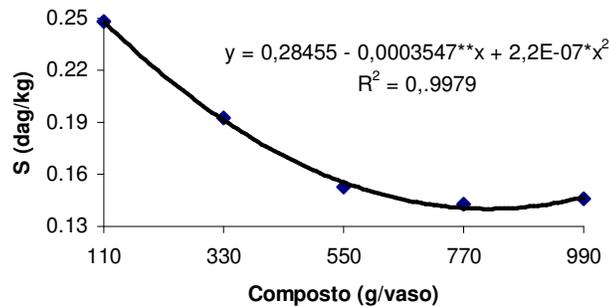


FIGURA 6 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de enxofre em cafeeiros adubados com composto orgânico. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tomando-se os melhores tratamentos observados para as características número de ramos, número de nós plagiotrópicos, número de folhas, massa seca das folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total, verificados na dose de 770 g de composto (Figuras 1 e 3), observa-se que os teores foliares encontrados foram 2,81 g.kg⁻¹ de nitrogênio, 0,1298 g.kg⁻¹ de fósforo, 3,32 g.kg⁻¹ de potássio, 1,327 g.kg⁻¹ de cálcio, 0,142 g.kg⁻¹ de enxofre e 0,315 a 0,316 g.kg⁻¹ de magnésio, obtidos no intervalo entre as concentrações de “supermagro” de 14,45% e 16,38%, respectivamente (Figura 4, 5 e 6).

Na Tabela 21 observam-se as médias nos tratamentos adicionais para os nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

Observam-se diferenças significativas somente para o nutriente potássio, com o tratamento mineral apresentando teor foliar significativamente igual ao orgânico/mineral e superior ao orgânico (Tabela 21). Os resultados são coerentes com as quantidades de potássio fornecidas em cada tratamento, com o orgânico correspondendo à metade do mineral e 1/3 do orgânico/mineral, aproximadamente (Tabela 4). Apesar de significativamente diferentes, os teores

foliares encontram-se acima dos teores adequados, cujo limite superior é igual a 3,02 dag.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999).

TABELA 21 Valores médios dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S, relativos diferentes substratos e adubações em cobertura em cafeeiros. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Trat. Adicional	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	(dag/kg)					
Mineral	3,025 a	0,120 a	3,425 a	1,480 a	0,240 a	0,135 a
Org./min.	2,900 a	0,138 a	3,163 ab	1,453 a	0,262 a	0,128 a
Orgânico	2,800 a	0,130 a	3,088 b	1,415 a	0,265 a	0,145 a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na Tabela 22 observam-se as médias dos teores foliares dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, em função dos tratamentos adicionais e fatoriais em cafeeiro.

TABELA 22 Valores médios dos teores foliares de N P, K, Ca, Mg e S em cafeeiro, relativos à média dos tratamentos adicionais e dos fatoriais. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	(dag.kg ⁻¹)					
Média Fatorial	2,634 b	0,144 a	3,255 a	1,398 a	0,278 a	0,176 a
Média Adicional	2,908 a	0,129 a	3,225 a	1,449 a	0,256 b	0,136 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F, a 1%.

Nota-se, na Tabela 22, que as médias dos teores foliares de nitrogênio dos tratamentos adicionais foram significativamente superiores, pelo teste F a

1%, que a média dos fatoriais. Para o elemento magnésio, a média dos fatoriais foi superior à média dos adicionais.

4.5 Análise foliar - micronutrientes

Na Tabela 23 são apresentados os resultados de análise de variância para os micronutrientes em função dos tratamentos com diferentes doses de composto e concentrações de ‘supermagro’, bem como os tratamentos adicionais.

Pelos dados da Tabela 23 observa-se que houve interação significativa apenas para o elemento boro. Houve efeito significativo do composto sobre os teores de cobre, ferro e manganês e do ‘supermagro’ sobre os teores de cobre e zinco. Para o manganês observou-se significância do fator supermagro a 5,36%, optando-se por aceitar este nível de significância, muito próximo a 5%.

TABELA 23 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os teores foliares das variáveis B, Cu, Fe, Mn e Zn em cafeeiro, submetido a diferentes doses de composto e ‘supermagro’. Ufla, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis				
		Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
		(mg.kg ⁻¹) ²				
Trat	27	1159,2788**	144,8743**	427,9507	948,2566**	15,6491**
Fatorial	24	1020,6667	145,8333	449,4733	655,8767	17,2808
Com	4	1561,4250**	218,7500**	1002,3400*	3407,0350**	3,8850
Sm	4	3326,5000**	576,2500**	189,7400	238,7350 ^(5,36) ^{1/}	79,6100**
Com vs SM	16	309,0187*	20,0000	376,1900	72,3725	5,0475
Adicional	2	498,0833*	2,0833	298,0833	3564,0833**	1,5833*
Adic vs Fat	1	5808,3601**	407,4405**	171,1430	2733,7219**	4,6201
Bloco	3	504,1042	315,7738	1464,1042	260,6428	473,2470
Erro	81	153,3140	28,8911	319,8696	93,6984	4,9754
CV		18,84	32,90	16,24	21,60	13,58
Média		65,71	16,34	110,15	44,82	16,2

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^{1/}Significativo a 5,36% de probabilidade, pelo teste F.

Quanto aos tratamentos adicionais observa-se diferença significativa para manganês, zinco e boro, indicando que há pelo menos uma média entre os tratamentos adicionais diferindo das demais. Na comparação entre fatorial e adicional houve diferenças significativas entre os níveis foliares de boro, cobre e manganês, ou seja, a média dos teores foliares dos tratamentos fatoriais e a média dos tratamentos adicionais diferem entre si (Tabela 23).

Na Tabela 24 são apresentados os resultados da análise de variância relativos ao desdobramento das concentrações de “supermagro” dentro de cada dose de composto para os teores foliares de boro.

TABELA 24 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para o desdobramento de “supermagro” dentro de cada dose de composto, relativos aos teores foliares de boro em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Boro (dag.kg⁻¹)²
SM/110g	4	1777,0500**
SM/330g	4	166,8000
SM/550g	4	1335,1250**
SM/770g	4	371,3000
SM/990g	4	912,3000**
Resíduo	81	153,3140

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se efeito significativo, a 1% pelo teste F, do desdobramento de supermagro nas doses de 110, 550 e 990 g sobre os teores foliares de boro. Nas doses de 330 e 770 g, a interação com “supermagro” não foi significativa. Para as interações significativas, infere-se que há efeito do “supermagro” sobre os teores foliares de magnésio (Tabela 24).

Na Tabela 25 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das concentrações de “supermagro” dentro das doses de 110, 550, e 990g do composto, para os teores foliares de boro.

Tabela 25: Resumo da análise de variância em efeitos de regressão, do desdobramento das concentrações de “supermagro” dentro de doses de composto orgânico sobre os teores foliares de boro em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Doses de composto		
		SM/110	SM/550	SM/990
		$(\text{dag/kg})^2$		
Linear	1	6275,0250**	4687,2250**	3619,5062**
Quadrática	1	87,4569	312,0376	14,6731
Desvio	2	372,8590	170,6187	7,5103
Resíduo	81	153,3140	153,3140	153,3140

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Verifica-se significância, a 1% pelo teste F, para a regressão linear dos teores foliares de boro nas doses de 110, 550 e 990 g de composto, indicando que é possível estabelecer uma relação funcional entre as doses de 110, 550 e 990 g de composto e o “supermagro” (Tabela 25).

Observa-se, na Figura 7, a representação gráfica das equações de regressão dos teores foliares de boro em cafeeiro, em função das concentrações de “supermagro” dentro das doses de 110, 550 e 990g de composto orgânico por vaso.

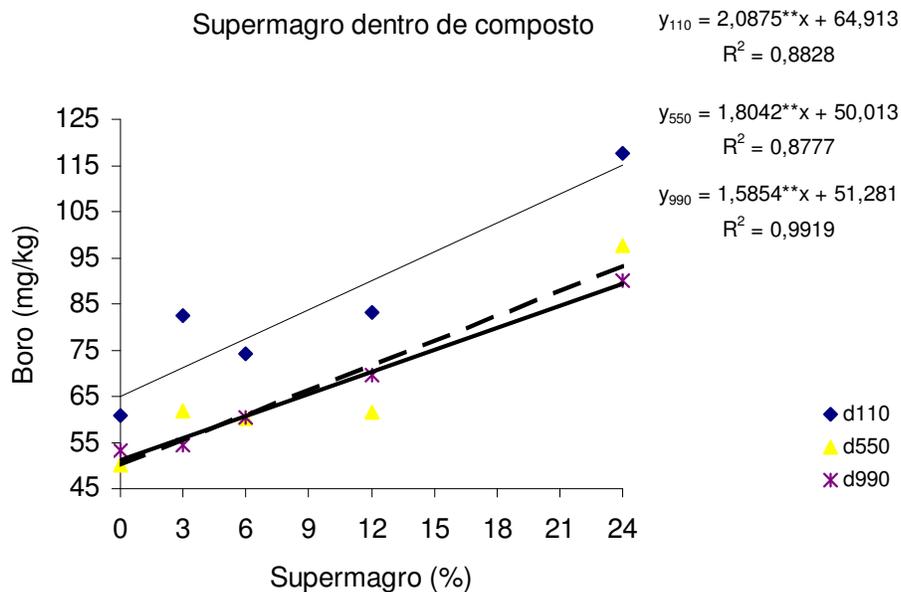


FIGURA 7 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de boro em função das concentrações de “supermagro” dentro das doses de 110, 550 e 990 g de composto por vaso. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Observa-se, também na Figura 7, efeito linear e positivo do “supermagro” sobre os teores foliares de boro nas doses de 110, 550 e 990 gramas por vaso, esperando-se um acréscimo médio nos teores, respectivamente, de 64,913, 50,013 e 51,281 mg.kg^{-1} para cada aumento de uma unidade nas concentrações de “supermagro”. Quanto ao composto, observa-se redução nos teores foliares nas maiores doses, com as curvas de 550 e 990 gramas por vaso próximas e abaixo da curva de 110 g/vaso. Os teores foliares de boro, entre 50 e 117,75 mg.kg^{-1} , encontram-se numa faixa de teores superior aos valores de referência entre 41 e 65 mg.kg^{-1} (Martinez et al., 1999). Na dose de 110 g de

composto, atingiu-se o teor de 65 mg.kg^{-1} com o “supermagro” a 0,04 %, na de 550g a 8,31% e na 990g a 8,65%. Os teores foliares maiores que 65 mg.kg^{-1} , acima da faixa adequada de teores foliares, podem produzir um desbalanço nutricional com efeito negativo no crescimento do cafeeiro.

O boro é um nutriente encontrado na matéria orgânica (Guimarães et al., 2002) e, contrariamente, as maiores doses de composto induziram a menores teores (Figura 7). Como a calagem excessiva e a elevação do pH também induzem a redução da absorção do boro (Furtini Neto et al., 2001), o pH entre 7,1 e 7,2 nas doses de 330 a 990 gramas por vaso levou a menores teores foliares que a dose de 110 g com pH 6,7. Neste caso, a pulverização do “supermagro” nas concentrações de 8,31% e 8,65% nas doses respectivas de 550 g e 990 g de composto compensaram o efeito da elevação do pH com o aumento das doses de composto.

Na Tabela 26 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das doses do composto orgânico, para os teores foliares de cobre, ferro e manganês.

TABELA 26 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão do composto orgânico sobre os teores foliares de Cu, Fe e Mn em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis		
		Cobre	Ferro (mg.kg^{-1}) ²	Manganês
Linear	1	595,1250**	2244,5000*	11265,0050**
Quadrática	1	150,0893*	1176,7000 ^{(6,6)/1}	2360,6036**
Desvio	2	64,8928	294,0800	1,2657
Resíduo	81	28,8911	319,6984	93,6984

* ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹Significativo a 6,6% de probabilidade pelo teste F.

Verifica-se significância para as regressões linear e quadrática dos teores foliares de cobre e manganês. Para o elemento ferro houve significância apenas da regressão linear, porém, considerou-se a quadrática com 6,6% de significância, próxima a 5%, para avaliação do comportamento dos teores foliares de ferro em relação às doses de composto. Os efeitos de regressão significativos indicam que é possível estabelecer uma relação funcional entre as doses de composto e os teores foliares de cobre, ferro e manganês (Tabela 26).

Na Figura 8 observam-se a representação gráfica e as equações de regressão do efeito do composto orgânico sobre os teores foliares de cobre, ferro e manganês.

Observa-se efeito quadrático do composto sobre os teores foliares de cobre, ferro e manganês com respectivos valores mínimos ocorrendo nas doses de 815, 735 e 834,2 g/vaso, correspondendo aos teores foliares mais baixos (Figura 8).

Os teores foliares de cobre, apesar de decrescentes de 21,91 até 14,44 mg.kg^{-1} na dose de 815 gramas de composto por vaso (Figura 8), encontram-se dentro da faixa de valores de referência entre 14 e 26 mg.kg^{-1} (Martinez et al., 1999). Além da complexação com ácidos húmicos (Rena & Fávoro, 2000), há o efeito da elevação do pH que torna o cobre insolúvel, podendo reduzir a disponibilidade (Furtini Neto et al, 2001).

Apesar do decréscimo nos teores foliares de ferro de 121,95 a 103,8 mg.kg^{-1} (Figura 8), estes se encontram dentro da faixa de valores de referência entre 81 a 124 mg.kg^{-1} (Martinez et al., 1999).

Os teores de Mn em função das doses de composto decrescem de 63,90 mg.kg^{-1} até o ponto de mínima com 32,46 mg.kg^{-1} (Figura 8). Estes teores foliares se encontram abaixo da faixa de valores de referência entre 89 a 182 mg.kg^{-1} (Martinez et al., 1999), apesar dos teores no solo entre 22,2 e 38,6

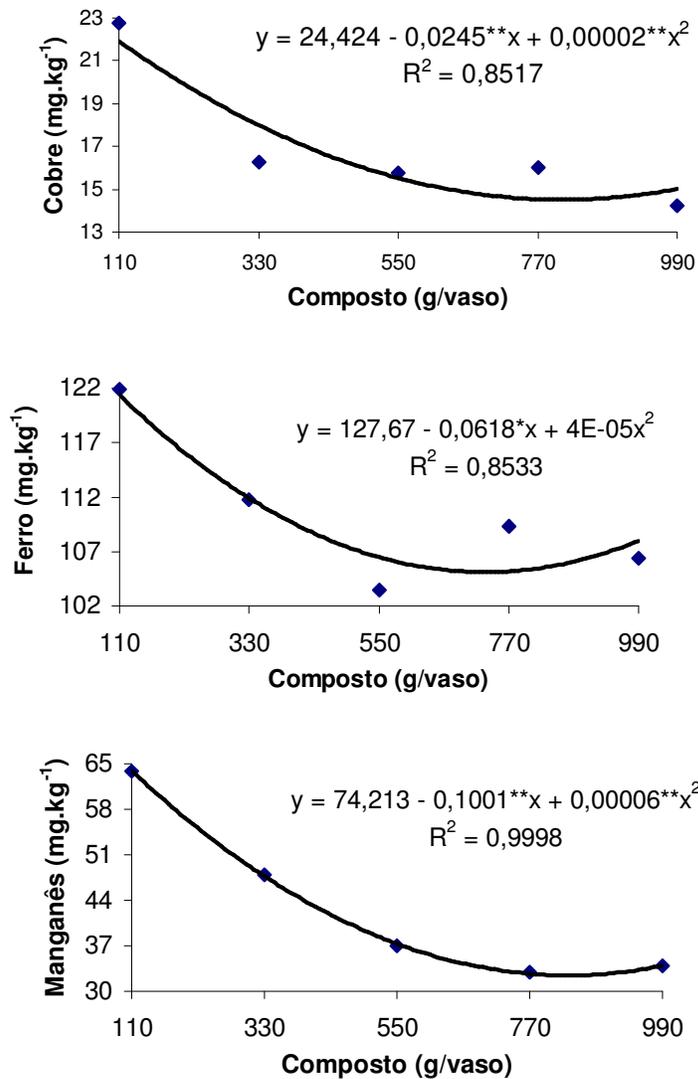


FIGURA 8 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de cobre, ferro e manganês em cafeeiros adubados com diferentes doses de composto orgânico. UFLA. Lavras, MG, 2004.

mg.dm⁻³ (Tabela 15) serem considerados altos para o cafeeiro (Guimarães et al., 1999).

Os elementos Cu, Fe e Mn apresentam disponibilidade decrescente com a elevação do pH, com redução em 100 vezes do Cu e Mn para cada aumento de uma unidade de pH e redução de 1000 vezes do ferro, sendo que o teor de Fe solúvel torna-se mínimo em pH acima de 7,0 (Furtini Neto et al., 2001). Faquin (2001) observa que a faixa ideal de pH situa-se entre 6,0 e 6,5, promovendo melhor disponibilidade dos macronutrientes sem ser limitante para os micronutrientes. Portanto, esta redução dos teores foliares (Figura 8) pode estar ligada à elevação do pH pelo composto, com valores de 6,7 na dose de 110 g e 7,1 a 7,2 nas doses de 330 a 990 g composto (Tabela 15).

Na Tabela 27 são apresentados os resultados da análise de variância da regressão para estudo das concentrações do “supermagro”, para os teores foliares de cobre, manganês e zinco.

Tabela 27 Fontes de variação, números de graus de liberdade, quadrados médios e respectivas significâncias para os efeitos de regressão das concentrações de “supermagro” sobre os teores foliares de Cu, Mn e Zn em plantas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

FV	GL	Variáveis		
		Cobre	Manganês	Zinco
		(mg.kg ⁻¹) ²		
Linear	1	2278,1250**	794,0112**	316,2612**
Quadrática	1	5,0388	6,8583	0,4969
Desvio	2	10,9181	77,0352	0,8409
Resíduo	81	28,8911	93,6984	4,9754

* ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F da regressão linear dos teores foliares de cobre, manganês e zinco nas concentrações de “supermagro” (Tabela 27).

Na Figura 9 observa-se a representação gráfica e equação de regressão do “supermagro” sobre os teores foliares de cobre, manganês e zinco.

Nota-se efeito linear e positivo do “supermagro” sobre os teores de cobre, manganês e zinco. Espera-se um acréscimo médio nos teores foliares de cobre, manganês e zinco, respectivamente, de 0,562; 0,332 e 0,210 mg.kg⁻¹ para cada aumento de uma unidade nas concentrações de “supermagro” (Figura 9).

Para o cobre, que tem valores de referência entre 14 a 26 mg.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), os teores foliares variaram de 11,94 a 25,44 mg.kg⁻¹, nas concentrações de 0% a 24%, demonstrando eficiência no fornecimento desse elemento pelo “supermagro”, atingindo o teor foliar de 14mg.kg⁻¹ na concentração de 3,67% (Figura 9).

Com o manganês, o “supermagro” não promoveu a alteração dos níveis foliares para teores adequados entre 89 e 182mg.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), apresentando valores entre 40,12 e 48,90 mg.kg⁻¹ (Figura 9).

Para o zinco, que tem valores de referência entre 6 a 24 mg.kg⁻¹ (Martinez et al., 1999), os teores foliares variaram de 14,40 a 19,63mg.kg⁻¹, nas concentrações de 0% a 24%, não demonstrando eficiência no fornecimento desse elemento pelo “supermagro”. Araújo et al. (2001) observaram um efeito significativo na absorção foliar somente para zinco e, mesmo assim, com pouco efeito no fornecimento de zinco pelo “supermagro”, não atingindo a faixa de teores foliares adequados para o cafeeiro em pulverizações a cada 60 dias em concentrações de 0% a 48%. Segundo Faquin (2001), a absorção foliar de zinco é diminuída na presença de cobre e boro, podendo ser corrigida com o aumento de 0,5% para 0,8% ou 1,0% na concentração de sulfato de zinco. Este recurso

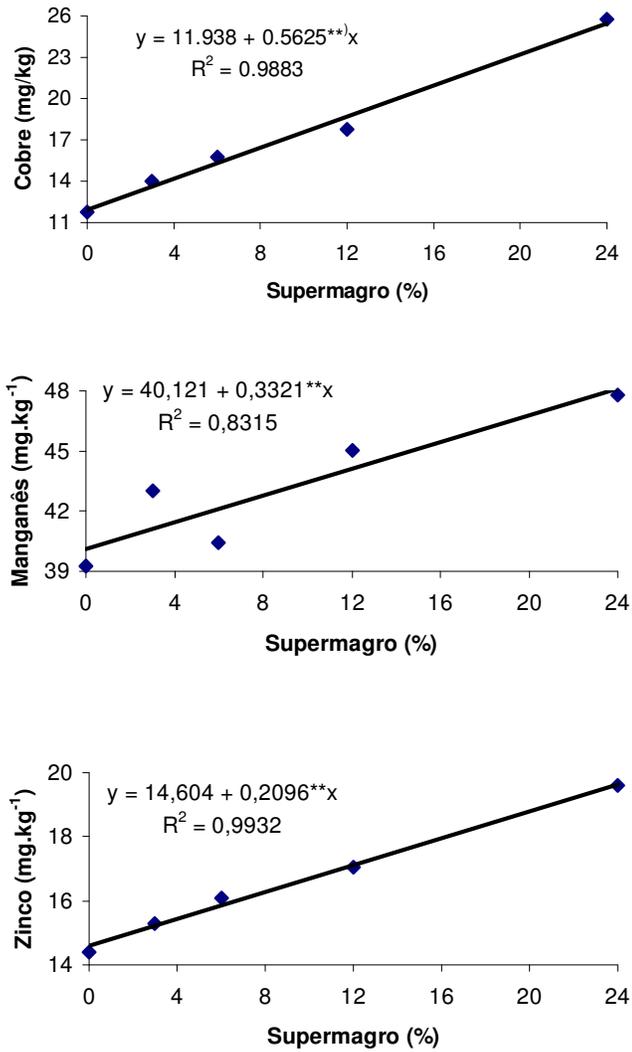


FIGURA 9 Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de cobre, manganês e zinco em cafeeiros pulverizados com diferentes concentrações de “supermagro”. UFLA, Lavras, MG, 2004.

pode ser usado para o “supermagro” que, na concentração de 24%, contém apenas 0,24% de sulfato de zinco.

Apesar das pequenas quantidades de zinco fornecidas pelo composto de 0,17 a 0,75 mg/vaso nas doses de 110 a 990 g, comparadas com o padrão mineral com 35 mg/vaso (Tabela 4), observa-se que os teores de zinco ficaram dentro dos níveis adequados (figura 9). Possivelmente, a presença da matéria orgânica formando quelatos reduziu a adsorção Zn pelo solo, que apresentou teores altos de argila (Tabela 16), permitindo a absorção deste elemento nos tratamentos com doses de composto.

Tomando-se os melhores tratamentos observados para as características número de ramos, número de nós plagiotrópicos, número de folhas, massa seca das folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total, verificados na dose de 770 g de composto (Figuras 1 e 3), observa-se que os teores foliares encontrados foram 14,47 mg.kg⁻¹ de cobre, 104,97 mg.kg⁻¹ de ferro, 35,60 mg.kg⁻¹ de manganês e 66,17 a 66,72 mg.kg⁻¹ de boro, sendo este obtido no intervalo entre as concentrações de “supermagro” de 14,45% e 16,38%, respectivamente (Figura 7 e 8). Quanto ao zinco, os teores foliares foram influenciados somente pelo “supermagro”, situando -se entre 17,63 e 18,04 mg.kg⁻¹ nas concentrações respectivas de 14,45% e 16,38% (Figura 9).

Na Tabela 28, observam-se as médias dos teores foliares dos nutrientes cobre, zinco, manganês, ferro e boro, nos tratamentos adicionais e fatoriais em cafeeiro.

Nota-se que as médias dos teores foliares de cobre e boro dos tratamentos fatoriais foram maiores que os adicionais, com valores respectivos de 17,00 e 10,83 mg.kg⁻¹ para cobre e 68,20 e 44,92 para boro. Para o elemento manganês, a média dos adicionais com 59,08 mg.kg⁻¹ foi superior à média dos fatoriais, com 43,11 mg.kg⁻¹ (Tabela 28).

TABELA 28 Valores médios dos teores foliares de B, Cu, Fe, Mn, e Zn em cafeeiro, relativos aos tratamentos adicionais (mineral, org/min e orgânico) e fatoriais (composto vs “supermagro”). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamento	Cobre	Zinco	Manganês	Ferro	Boro
	(mg/kg)				
Média Fatorial	17,00 a	16,49 a	43,11 b	110,58 a	68,20 a
Média Adicional	10,83 b	15,83 a	59,08 a	106,58 a	44,92 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F, a 1%.

Na Tabela 29, observam-se as médias dos tratamentos adicionais para os nutrientes cobre, zinco, manganês, ferro e boro.

TABELA 29 Teores foliares médios de B, Cu, Fe, Mn e Zn, relativos aos tratamentos adicionais (mineral, org/min e mineral) em cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Trat. Adicional	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	(mg/kg)				
Mineral	35,00 b	11,25 a	100,75 a	93,50 a	15,25 a
Orgânico/mineral	42,75 ab	11,25 a	102,50 a	43,50 b	16,50 a
Orgânico	57,00 a	10,00 a	116,50 a	40,25 b	15,75 a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Observam-se diferenças significativas a 5% pelo teste de Tukey, somente para os nutrientes manganês e boro. Para o boro, o tratamento orgânico foi significativamente igual ao orgânico/mineral e superior ao mineral. Para o manganês, o tratamento mineral foi significativamente superior ao orgânico/mineral e orgânico (Tabela 29). O boro aumenta a disponibilidade no solo com o aumento do pH até uma faixa aproximada entre 6,5 e 7,0, fato que explica a maior disponibilidade nos tratamentos com matéria orgânica com pH

de 6,5 no orgânico/mineral e 6,9 no orgânico em relação ao mineral com 5,6 (Tabela 15). Os menores teores foliares de manganês nos tratamentos com matéria orgânica podem ser explicados pela elevação do pH em relação ao tratamento mineral, que reduz a disponibilidade desses nutrientes no solo (Furtini Neto et al., 2001).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O “supermagro” é um produto formulado empiricamente, com uma aparente visão de assegurar que todos os nutrientes necessários estejam na calda por meio da aplicação de fontes minerais diversas. Observou-se, neste trabalho, que o “supermagro” não interferiu nos teores foliares dos macronutrientes e, entre os micronutrientes, foi eficiente em elevar somente os teores foliares de cobre e boro. Portanto, faz-se necessário estudar a efetiva disponibilidade dos micronutrientes quando adicionados à calda oriunda de biofertilizante, as proporções dos micronutrientes na calda e em que quantidades são mais eficientes.

O presente trabalho deteve-se somente no aspecto nutricional do “supermagro”. Como o biofertilizante é apresentado com outras finalidades, o efeito nutricional deve ser avaliado conjuntamente com os efeitos fito-hormonais e fitossanitários, sugeridos pelos autores que recomendam seu uso.

O composto orgânico deve ser melhor estudado quanto à dinâmica de liberação dos nutrientes, que é lenta em relação aos adubos minerais solúveis, fato este marcante em relação ao nitrogênio que, mesmo em doses altas de composto apresentou teores foliares baixos em relação à faixa adequada.

Como o presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação, para isolamento e avaliação dos efeitos nutricionais, sem os pressupostos que fazem um sistema de produção ser considerado orgânico, as conclusões fixam-se somente nos efeitos nutricionais. Os pressupostos da agricultura orgânica que consideram a liberação mais lenta da matéria orgânica e seus efeitos sobre o equilíbrio da planta, favorecendo uma maior resistência as pragas e doenças, devem ser estudados em um sistema completo.

Considerando a falta de trabalhos científicos para a implantação e condução de cafezais orgânicos, os resultados do presente trabalho podem constituir-se em um referencial para lavouras orgânicas no seu primeiro ano de formação, tendo como valores de referência citados a seguir, encontrados na matéria seca de todas as folhas e não apenas no 3º ou 4º par de folhas: 2,81 g.kg⁻¹ de nitrogênio, 0,1298 g.kg⁻¹ de fósforo, 3,32 g.kg⁻¹ de potássio, 1,327 g.kg⁻¹ de cálcio, 0,142 g.kg⁻¹ de enxofre, 0,315 a 0,316 g.kg⁻¹ de magnésio, 14,47 mg.kg⁻¹ de cobre, 104,97 mg.kg⁻¹ de ferro, 35,60 mg.kg⁻¹ de manganês e 66,17 a 66,72 mg.kg⁻¹ de boro e 17,63 e 18,04 mg.kg⁻¹ de zinco.

6 CONCLUSÃO

O melhor desenvolvimento do cafeeiro ocorreu entre as doses de 6,4 a 7,0 kg de composto por cova, associadas ao ‘supermagro’ nas concentrações de 14,45% a 16,38%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V. V. H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p. 289-302.

ABREU JUNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas**. Campinas, SP: EMOPI, 1998. 112 p.

ARAUJO, J. B. S.; ROCHA, A. C.; PREZOTTI, L. C. Teores foliares em café arábica, em sistema orgânico de cultivo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p.175

BARROS, R. S. et al. Determinação de área foliar de folhas de café (*Coffea arabica* cv, Bourbon amarelo). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.45-52, jan. 1973.

BARROS, U. V. et al. Doses e modo de aplicação de palha-de-café (curtida - PCC e sem curtir - PCSC), composto 50% e palha-de-café e esterco de gado e esterco de gado curtido no plantio de cafeeiro em solo LVA - Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21., 1995, Caxambú. **Anais...** Brasília: MAA-PROCAFE, 1995, p.171-173.

BRAGANÇA, J. B. Utilização do esterco de galinha e da palha de café na substituição parcial da adubação química do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985. Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/MIC, 1985. p.130-132.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa N. 7 de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **LEX - Coletânea de Legislação e Jurisprudência: legislação federal e marginália**. São Paulo, ano 63, t.5, p. 2465-2476, maio 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.

BURG, I. C. & MAYER, P. H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**. 7.ed. Francisco Beltrão, PR: ASSESOAR/COPERIGUAÇU, 1999. 153 p.

CERVellini, G. S.; IGUE, T.; TOLEDO, S. V. de. Calagem e adubação mineral e orgânica do cafeeiro na região de Campinas. **Bragantia**, Campinas-SP, v.53 n.2, p. 273-280, 1994.

CERVellini, G. S. et al. Modo de aplicação de esterco e de fertilizantes minerais no cafeeiro. **Bragantia**, Campinas-SP. v.54 n.1, p. 169-176, 1995.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS). Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 87-92.

CORRÊA, J. B. et al. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v.25, n.6, p.1273-1278, nov./dez. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2000. 412p.

FALCO, L. **Fontes e doses de matéria orgânica na produção de mudas e na implantação de lavouras cafeeiras**. 1999. 67 P. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p.255-258.

FREITAS, S. P.; SEDIYAMA, M. P. N.; SILVA, A. A. Efeitos de dejetos de suínos sobre a produção de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e incidência de plantas daninhas. In.: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1998, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1998. p.186.

FURTINI NETO, A. E.; CURTI, N.; GUIMARÃES, P. T. G. Fontes de matéria orgânica e fertilização química na formação e produção de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em latossolo da região dos cerrados. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.3, p.256-264, jul./set. 1995.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p. (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" Especialização a Distância).

GARCIA, A. W. R. et al. Efeitos da adubação química isoladamente, bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção de cafeeiros mundo novo, em solo Led. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983. Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro, MIC/IBC/GERCA, 1983. p.282-284.

GOMIDE, M. B. et al. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros mundo novo e catuaí. **Ciência e Prática**, Lavras, v.1, n.2, p.118-23, jul./dez. 1977.

GUIMARÃES, P. T. G. **Respostas do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Catuaí) à adubação mineral e orgânica em solo de baixa fertilidade do sul de Minas Gerais**. 1986. 140 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, MG: CSFSEMG/UFV, 1999. p. 289-302.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Nutrição do cafeeiro: extração de nutrientes, calagem e gessagem nas fases de plantio, formação e produção. In: GUIMARÃES, R. J. et al. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p.194-234. il.

HUERTA S., A. Comparación de metodos de laboratorio y de campo para medir el área foliar del cafeto. **Cenicafé**, Caldas, v. 13, n. 1, p. 33-42, ene./mar. 1962.

INVESTNEWS ONLINE. **Produção de café orgânico quintuplica**. Disponível em: <<http://www.investnews.net>.> Acesso em 31 jan. 2004.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba-SP: Agronômica CERES, 1985. 492p.

KIEHL, J. C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 40-42; 47-52, set./out. 2001.

LAZZARINI, W. et al. **Experimentação cafeeira**. Campinas: IAC. 1967. 292 p.

LIMA, P. C. et al. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 33-52, jan./abr. 2002.

LOHMANN, O. et al. Efeito de micronutrientes adicionados durante processo de fermentação com esterco bovino (supermagro) na cultura do Milho. In: FERTBIO 98. BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5; REUNIÃO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambú. **Anais...** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 468.

MAIA, S. S. S. **Uso de biofertilizante na cultura da alface**. 2002. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 80-94; 219-251.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p. 143-168.

MOTTA NETO, J. A. **O Biofertilizante Supermagro**: saúde e produção na lavoura.. Vitória, ES: APTA. 1997. 14p. (Série Adubação Orgânica, 2).

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477p.

PRIMAVESI, A. M. **A agricultura em regiões tropicais, manejo ecológico do solo**. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 536p.

RENA, A. B.; FÁVARO, J. R. A. Nutrição do cafeeiro via folha. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café**: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p. 149-199.

SANTOS, A.C.V. **Biofertilizante líquido, o defensivo agrícola da natureza**. Rio de Janeiro: EMATER-RJ, 1992. 16p.

SANTOS, A.C.V. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fitoprotetor em lavouras comerciais. In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS, controle ecológico de pragas e doenças. 1., 2000, Botucatu. **Resumos...** Botucatu, SP: Agroecológica, 2000. p. 91-96.

SAROLLI SILVA, M. et al. Avaliação de diferentes tipos de adubação (mineral e orgânica) na produtividade do milho (*Zea mays*). FertBIO 98. BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu. **Anais...** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 493.

SCIALABBA, N. E.; HATTAM C. **Organic agriculture, environment and food security**. Meio ambiente e recursos naturais. Roma: FAO, 2002. 258 p. (Série, 4). Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4137E/Y4137E000.htm>>. Acesso: 25 abr. 2003.

SORAGY, R.; SANTINATO, R.; CORREIA, J. P. Estudo da viabilidade técnica na produção de café orgânico de organo-mineral, nas condições de cultivo dos cerrados. II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, MAA-PROCAFÉ, 1998. p. 91-93.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica**. Vitória: EMCAPA, 1998. 176p.

SOUZA, J. L. de. Pesquisas e tecnologias para a produção de hortaliças orgânicas. HORTIBIO 2001 - CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., 2001, Botucatu, SP. **Palestras...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 178-224.

TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, p. 1131-1139, nov. 1997.

TRÉS, F.; RESENDE, S. A. de. **Supermagro SM**: biofertilizante enriquecido. Rio de Janeiro: EMATER-RJ, 1995. 11 p.

TRINDADE, A. V. et al. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.48, n.276, p. 181-194, 2001.

VALENTE, C. F. **Efeitos do biofertilizante, em diferentes níveis de adubação química, sobre o solo e sobre a produção do feijão cultivado em casa de vegetação**. 1985. 47 p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIANA, A. S. et al. Estudo de doses crescentes de esterco de curral, complementando a adubação química, em cafeeiros instalados em solo Led fase cerrado - II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 14., 1987, Campinas **Anais...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, p. 244-248.

YAMADA, T. Esquecemos da matéria orgânica... **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, POTAFÓS, n.95, p.16, set. 2001.