

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ENRIQUECIMENTO DO SUBSTRATO PADRÃO COM DIFERENTES
FERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO**

VITOR HUGO BARBOSA BARBIERI

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG

Novembro – 2000

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ENRIQUECIMENTO DO SUBSTRATO PADRÃO COM DIFERENTES
FERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO**

VITOR HUGO BARBOSA BARBIERI

ORIENTADOR: PROF. Dr. BENJAMIM DE MELO

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG

Novembro – 2000

**ENRIQUECIMENTO DO SUBSTRATO PADRÃO COM DIFERENTES
FERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 24/11/2000.

Prof^o Dr. Benjamim de Melo
Orientador

Eng^a. Agr^a. M. S. Célia Rodrigues Nogueira Komatuda
Conselheira

Prof^o Dr. José Magno Queiroz Luz
Conselheiro

Uberlândia – MG
Novembro – 2000

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me proporcionar a oportunidade para concluir este curso.

Aos meus pais, José Clovis Barbieri e Alba Maria Barbosa Barbieri pelo carinho, apoio e incentivo, cuja vida é dedicada a ver seus filhos alcançarem os objetivos.

Ao meu irmão, José Eduardo Barbosa Barbieri, pela ajuda nos momentos difíceis.

Ao meu colega Emerson Luis Barbizan pela grande ajuda na condução do experimento.

Aos proprietários do viveiro Maringá, pelo fornecimento da infra-estrutura que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Benjamim de Melo pelos ensinamentos e dedicação durante a condução do trabalho.

Aos meus conselheiros, Eng^a. Agr^a. M. S. Célia Rodrigues Nogueira Komatuda e Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz pela atenção e orientação em todos momentos em que precisei.

A Prof^{ta}. Dr^a Regina Maria Quintão Lana, pelos ensinamentos e exemplos de otimismo e trabalho.

ÍNDICE

RESUMO.....	06
1 .INTRODUÇÃO.....	08
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1.Aspectos gerais de substratos.....	10
2.2. Calcário.....	11
2.3. Fósforo.....	13
2.4. Potássio.....	14
2.5. Micronutrientes.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Material.....	18
3.1.1 Substrato.....	18
3.1.2 Fertilizante.....	19
3.1.3 Recipientes.....	19
3.1.4 Sementes.....	19
3.1.5 Sistema de irrigação.....	19
3.2 Métodos.....	19
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.2.2 Instalação.....	20
3.2.3 Condução.....	20
3.2.4 Avaliações.....	21

3.2.4.1. Altura de planta.....	21
3.2.4.2. Diâmetro de caule.....	21
3.2.4.3. Área foliar.....	21
3.2.4.4. Número de pares de folhas.....	22
3.2.4.5. Matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.....	22
3.2.5 Análise estatística.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÕES.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
APÊNDICE.....	34

Resumo

A produção de mudas sadias e bem desenvolvidas constitui, um dos fatores básicos para a formação de novas lavouras cafeeiras. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a adição de diferentes fertilizantes ao substrato padrão na produção de mudas de cafeeiro em sacos plásticos (polietileno). O experimento foi conduzido no viveiro Maringá, situado no município de Araguari – MG, às margens da rodovia BR 050, Km 38. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, cujos fatores estudados foram: fritas, termofosfato magnesiano e calcário dolomítico, em duas doses (ausentes e o equivalente, para cada m^3 de substrato, 0,7, 1,0 e 2,0 Kg respectivamente). As parcelas foram constituídas por 20 sacos plásticos, considerando-se como área útil os 6 recipientes centrais. Aos 209 dias após a semeadura, avaliou-se: altura de planta, diâmetro de caule, número de pares de folhas, área foliar, peso de matéria seca de raízes e da parte aérea foliar. Pelos resultados obtidos verificou-se que: a adição de calcário dolomítico ao substrato padrão na dose de 2 kg/m^3 de substrato, diminuiu a altura de planta, o número de pares de folhas e a área. A adição de fritas ao substrato padrão na dose de $0,7 \text{ Kg/m}^3$, apresentou maior peso da matéria seca do sistema radicular. A utilização de calcário dolomítico na dose de 2 Kg/m^3 juntamente com o termofosfato magnesiano na dose de 1 Kg/m^3 de substrato, reduziu o peso de matéria seca

do sistema radicular. O emprego de calcário junto com termofosfato e fritas na dose de 2,0, 1,0 e 0,7 Kg/m³ de substrato padrão, respectivamente, promoveu redução na altura das plantas de cafeeiro.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Dentro de uma produção mundial superior a 105 milhões de sacas, o país responde por quase 27% do total (AGRIANUAL, 1997).

A lavoura cafeeira está presente em 320 mil propriedades onde são cultivados 4,1 bilhões de pés, ocupando 2,8 milhões de hectares, sendo Minas Gerais o maior produtor, respondendo por mais de 50% da produção nacional. Nas fases de beneficiamento, comercialização e industrialização participam milhares de empresas, que negociam e transformam de 8 a 10 milhões de sacas de café ao ano para o consumo interno, e 21 milhões de sacas para exportação (MATIELLO, 1991; AGRIANUAL, 1997).

Dentre os aspectos relacionados a condução de uma lavoura cafeeira com sucesso, está a produção de mudas vigorosas e sadias. Os pesquisadores, desde algum tempo, vêm se preocupando com a qualidade das mudas, razão pela qual, diversos trabalhos foram conduzidos nesta área.

Sendo o cafeeiro uma cultura perene e a produção de mudas o primeiro estágio na sua implantação, torna-se indispensável empregar mudas de boa qualidade, para não comprometer a produtividade da futura lavoura (IAPAR, 1991).

Para a produção de mudas sadias é necessário a utilização de um substrato capaz de fornecer todas as condições, essenciais ao desenvolvimento das mesmas, especialmente no tocante a nutrição mineral. A forma usual de produção de mudas de cafeeiro é a utilização de um substrato padrão composto por 70% de terra e 30% de esterco bovino, enriquecido com 5kg de superfosfato simples e 0,5kg de cloreto de potássio por metro cúbico de mistura e, como recipientes, sacos plásticos (polietileno). Entretanto, outros fertilizantes vem sendo adicionados pelos viveiristas, visando obter precocidade e um melhor desenvolvimento das mudas. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adição de diferentes fertilizantes ao substrato padrão na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sacos plásticos (polietileno).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais de substratos

O substrato é um material ou mistura de materiais utilizados para desenvolvimento da semente, da muda ou da estaca, que sustenta e fornece nutrientes para a planta, podendo ser de origem vegetal, animal ou mineral (GUIMARÃES et al., 1998).

A primeira indicação em literatura de estudos com substratos para produção de mudas de cafeeiro foi feita por SOUZA (1966), que recomendou terriço de mato na sua composição, pesquisa posterior realizada por CAIXETA et al. citados por CARVALHO et al. (1978), indicou que mudas eram melhor formadas, quando o substrato era composto por terra comum, esterco e adubos químicos.

A terra de subsolo tem sido muitas vezes base de substratos, pois possui as propriedades e plasticidade dada pela fração argila, que junto com a matéria orgânica, constituem a fração dinâmica do solo, por apresentarem alta capacidade de absorção de água, gases e sais minerais, cedendo às plantas parte da água e dos nutrientes (MONIZ, 1972).

A quantidade de elementos químicos adicionados ao substrato para produção de mudas é o fator de variação no desenvolvimento das plantas (ANDRADE NETO, 1998). Para que uma planta se desenvolva normalmente, os elementos minerais essenciais devem encontrar-se em disponibilidade no solo e em concentrações adequadas nas plantas. O excesso ou a deficiência de apenas um deles pode provocar um desequilíbrio fisiológico que resultará em prejuízo do desenvolvimento.

4

FAVORETO et al. (1998), demonstraram que a utilização de fertilizantes minerais e orgânicos no preparo do substrato para produção de mudas de cafeeiro, proporcionam uma nutrição adequada, resultando no melhor desenvolvimento das plantas.

De acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1999), recomenda-se para formação do substrato padrão, 70% de terra + 30% de esterco de bovino acrescentando-se superfosfato simples (5 kg) + cloreto de potássio (0,5 kg) por metro cúbico de mistura.

No Brasil, a fonte de matéria orgânica mais usada é o esterco animal misturado a terra de subsolo. O esterco atua como fonte de nutrientes e retenção de umidade, aumenta o arejamento do solo, e contem reguladores de crescimento (JANICK citado por ANDRADE NETO, 1998), além do seu efeito sobre o solo ou substrato nos processos microbianos, na estrutura e na regulação da temperatura do meio PONS citado por ANDRADE NETO (1998).

O esterco de curral também foi utilizado por COSTA et al. (1989), na formação de mudas de cafeeiro em bandejas de isopor (polietileno expandido) com cavidades de 75 cm³, o qual foi comparado com o uso de sacolas plásticas (750 cm³). O substrato utilizado nas

bandejas foi composto por 50% de terra, 30% de esterco de curral e 20% de vermiculita, enriquecido com 5 kg de superfosfato simples e 1 kg de cloreto de potássio por metro cúbico da mistura. Nas sacolas plásticas o substrato foi constituído por 70% de terra, 30% de esterco bovino, 5 kg de superfosfato simples e 1 kg de cloreto de potássio por metro cúbico de mistura. Foi observado que na fase de viveiro as mudas da bandeja apresentaram menor área foliar, menor peso do sistema radicular e parte aérea, embora o número de pares de folhas fosse o mesmo das mudas produzidas em sacos plásticos. Na fase de campo, após 4 meses, as mudas produzidas no isopor, no tratamento com semeadura em células alternadas entre linhas tiveram um desenvolvimento maior, comparado ao das mudas padrão produzidas em sacos plásticos.

2.2. Calcário

Com relação a necessidade de nutrientes, destaca-se o cálcio e o magnésio como elementos essenciais ao desenvolvimento das mudas. O Ca é o nutriente que aparece em maior proporção, principalmente nas partes lenhosas e folhas. O Mg é um constituinte da clorofila e pigmentos, funciona como ativador de enzimas, age na respiração e divisão celular, além de interferir na absorção de fósforo e na sua translocação no interior da planta (MALAVOLTA, 1980).

O calcário, além de ser a principal fonte para fornecimento de Ca e Mg, exerce importante função na correção da acidez do solo. GODOY JR. et al. (1964), verificaram que quando a aplicação de calcário se fazia em baixa quantidade (2 t.ha^{-1}), não alterava as condições de desenvolvimento das mudas, entretanto, em quantidades maiores ($4 \text{ a } 8 \text{ t.ha}^{-1}$) observaram efeito negativo à sua aplicação, pela preferência do cafeeiro à reação ácida, com pH entre 5 e 7. Também, CARVALHO et al. (1978), encontraram resposta negativa

para a aplicação de calcário calcítico, à base de 1,5 toneladas por hectare. Por outro lado, ALMEIDA et al. (1978a), evidenciaram quase sempre respostas positivas à aplicação de calcário na ausência de esterco e que, naquelas condições, recomendaram à adição ao substrato apenas de calcário na dose indicada pela análise de solo.

Na presença de esterco bovino, a utilização de calcário não exerce efeito significativo na formação de mudas de cafeeiro. Desta forma acredita-se que apenas a utilização do esterco seja necessário para neutralizar a acidez do solo. Além disso, MANETTI citado por ALMEIDA et al. (1978b), obteve resultados onde aparentemente os cultivares Mundo Novo e Catuaí apresentaram tolerância a altos níveis de alumínio.

De acordo com o trabalho de CARVALHO et al. (1978), a calagem provocou uma redução altamente significativa na altura das mudas. Houve interação entre calagem e esterco, sendo que na ausência deste, a redução da altura devida a calagem, não foi tão acentuada como nas doses mais elevadas. O mesmo ocorreu com relação a calagem e P_2O_5 , sendo a redução da altura devido a calagem, bem mais sensível na presença de P_2O_5 . O peso da matéria seca do sistema radicular foi bastante afetado pela calagem, que provocou um decréscimo altamente significativo no seu valor.

2.3. Fósforo

Analisando o enriquecimento do substrato com fósforo, BLACK citado por CARDOSO et al. (1992), argumenta que devido ao elevado crescimento das plantas, no estágio inicial de desenvolvimento, as respostas das mesmas em relação ao fósforo são maiores, decrescendo à medida que se aproxima a maturidade. Além disso, a acentuada resposta das mudas às doses crescentes de superfosfato simples, evidenciada nos trabalhos de BLACK; BARBER citado por CARDOSO et al. (1992), pode ser atribuída a grande

influência do fósforo sobre o desenvolvimento do sistema radicular, bem como sua participação na síntese de proteínas e nos processos de respiração e fotossíntese.

FRANCO & MENDES citados por CARDOSO et al. (1992), analisando cafeeiros cultivados em soluções nutritivas, observaram que as plantas transferidas para solução sem fósforo, apresentaram, logo a seguir, um crescimento mínimo e as folhas mostraram uma coloração amarelo bronzeada e posteriormente manchas necróticas nos limbos, ocasionando a queda das folhas inferiores.

Na avaliação da quantidade ideal de fósforo a ser adicionada ao substrato, OLIVEIRA et al. (1978), estudaram doses de superfosfato simples, concluindo que doses situadas na faixa de 4,65 a 5 kg/m³ foram as que propiciaram os melhores desenvolvimentos das mudas.

CARVALHO et al. (1978), obtiveram os melhores resultados na formação de mudas de café com as quantidades de esterco de curral entre 250 e 326 litros e P₂O₅ entre 0,86 e 1,20 kg por metro cúbico da mistura. Entretanto não encontrou efeito significativo para o uso de K₂O.

2.4. Potássio.

Dentro da composição de um substrato, o potássio certamente é necessário, pois é um nutriente essencial à vida das plantas, participando de diversas fases do metabolismo da planta, tais como reação de fosforilação, síntese de carboidratos e proteínas, processo de respiração e regula o fechamento e abertura dos estômatos. Ademais, as concentrações de K, Ca e Mg na solução do solo devem ser balanceadas,

pois o excesso de Ca^{2+} e Mg^{2+} , levam a uma menor absorção de K, provavelmente por inibição não competitiva (MALAVOLTA, 1980).

SANTINATO et al. (1980), estudando os efeitos de doses crescentes de cloreto de potássio no desenvolvimento de mudas de café, concluíram que não houve efeito significativo das doses no desenvolvimento (crescimento e ganho em peso de matéria seca), apesar das médias com KCl terem sido superiores. Os autores acreditam que o esterco de curral provavelmente funcionou como fator de equilíbrio nas diferentes doses e foi suficiente em suprir potássio para as mudas.

2.5. Micronutrientes

A utilização de micronutrientes esta se tornando cada vez mais freqüente na composição dos substratos para produção de mudas de cafeeiro. Com relevância, nos nutrientes boro e zinco.

Foi demonstrado que o B influencia os componentes da membrana celular, aumentando a capacidade da raiz absorver P, Cl e K. Outros papéis atribuídos ao B são: formação da parede celular, divisão e aumento do tamanho das células, funcionamento da membrana citoplasmática, germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico e fecundação (EPSTEIN, 1975; FERRI, 1985).

TISDALE & NELSON citados por EZEQUIEL (1980), afirmam que a maior quantidade de boro disponível no solo, está retida na fração orgânica. Pela decomposição da matéria orgânica ele é liberado, sendo parte absorvido pelas plantas, parte perdido por lixiviação e parte retido nas frações inorgânicas do solo. Segundo

FRANCO & GALLO, citado por EZEQUIEL (1980), o emprego de boro requer muito cuidado, uma vez que o nível mínimo de toxidez nos tecidos vegetais, não se acha muito acima do nível do limiar. MALAVOLTA & MORAES citados por MALAVOLTA et al. (1974) recomendam que se adicione para cada tonelada de substrato, 10g de bórax além dos outros componentes normais do substrato.

O zinco é essencial para a síntese do triptofano, que por sua vez é o precursor do ácido indolil acético (AIA). As plantas deficientes em Zn mostram grande diminuição no nível de RNA, o que resulta na diminuição da síntese de proteínas dificultando a divisão celular (MALAVOLTA, 1980 e FERRI, 1985).

MALAVOLTA, citado por EZEQUIEL (1980), observou que a quantidade total de zinco nos solos varia entre 40 a 58 ppm, sendo que, parte se encontra na forma solúvel em água, uma outra parte aparece como zinco trocável e uma quantidade maior em forma relativamente insolúvel. TISDALE & NELSON citados por EZEQUIEL (1980), constataram que deficiências de zinco tem sido observadas em solos com alto teor de matéria orgânica, especialmente naqueles que se aplicou esterco de curral.

De acordo com EZEQUIEL (1980), há uma interação zinco-fósforo onde altos níveis de um destes elementos pode reduzir a absorção do outro. Não foi observado esta interação para o boro.

MALAVOLTA & MORAES, citados por MALAVOLTA (1974), recomendam para a formação de mudas de cafeeiro, adição para cada metro cúbico de substrato de 20g de sulfato de zinco. Independente da ausência ou presença do esterco de curral as mudas que receberam a mistura, apresentaram maiores áreas foliares e matéria

seca da parte aérea e sistema radicular. A adição de zinco ao substrato não influenciou nenhum dos parâmetros de crescimento analisados, concluindo que fertilizantes químicos e esterco de curral já supriram a necessidade deste elemento para as mudas (EZEQUIEL, 1980).

A absorção de um dado nutriente pode ser influenciada pela presença e concentração de outro. Segundo MALAVOLTA (1980), pode ocorrer um antagonismo, quando a presença de um elemento no meio diminui a absorção de outro. Inibição é a diminuição na quantidade de um elemento devido à presença de outro (competitiva e não competitiva); sinergismo, refere-se a um aumento da absorção de um íon, devido à presença de outro. MIRANDA citado por CARDOSO et al. (1992), constatou que a aplicação de fósforo aumentou as concentrações de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos tecidos de *Panicum maximum* jacq., com dependência das aplicações de nitrogênio e potássio. BINGHAN & MARTIN apud CARDOSO et al. (1992), relatam que houve uma diminuição nas concentrações de cobre e zinco em diversas plantas, induzida por fósforo aplicado no solo.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro Maringá, situado no município de Araguari – MG, às margens da rodovia BR 050, Km 38, no período de maio a dezembro de 1999. O viveiro é do tipo permanente, com estrutura de sustentação composta por madeira roliça (eucalipto), de 2m de altura. O apoio da cobertura é constituído de arames de aço e cobertura é de nylon (sombrite), permitindo uma insolação de aproximadamente 50%, com boa aeração.

3.1. Material

3.1.1. Substrato

o substrato padrão utilizado foi composto de 700L de terra de barranco (Tabela 1A), peneirada e esterilizada com brometo de metila e 300L de esterco de curral curtido (Tabela 2A); adicionado-se 5 kg de superfosfato simples (18% de P_2O_5 solúvel em CNA, 16% de P_2O_5 solúvel em água, 18% de cálcio e 10% de enxofre) e 0,5 kg de cloreto de potássio (58% K_2O) por metro cúbico de substrato.

3.1.2. Fertilizantes

No enriquecimento do substrato padrão utilizou-se, calcário dolomítico (contendo 31,36% de CaO, 16,40% de MgO e Poder Relativo de Neutralização Total – PRNT de 84,22%), termofosfato magnesiano-Yoorin Master (com 16,84% de P₂O₅ total, 12,94% de P₂O₅ solúvel em solução de ácido cítrico a 2%, 19,06% de Ca, 7,84% de Mg, 6,42% de S, 0,056% de Cu, 0,22% de Mn, 0,568% de Zn, 0,101% de B e 0,0056% de Mo) e Fritas FTE Br-12 (com 9% de Zn, 18% de B, 2% de Mn, 3% de Fe, 0,8% de Cu e 0,1% de Mo).

3.1.3. Recipientes

Os recipientes utilizados foram sacos plásticos (polietileno), com dimensões de 11,0 cm de largura, 20 cm de altura e espessura de 0,06mm.

3.1.4. Sementes

Utilizou-se sementes certificadas da cultivar Catuaí Vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-99 procedentes da Fazenda do Sr. Paulo Xavier da Silva, localizada no município de Araguari – MG, que não foram submetidas a nenhum tratamento químico.

3.1.5. Sistema de Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão com vazão nominal de 2L/min por aspersor, montados a uma altura de 1,80m do solo e distanciados de 3m um do outro.

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado segundo o delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 2 x 2, totalizando 8 tratamentos, cujos fatores foram: fritas, termofosfato magnesiano e

calcário dolomítico, em duas doses (ausentes e o equivalente, para cada metro cúbico de substrato, a 0,7, 1,0 e 2Kg, respectivamente).

As parcelas foram constituídas por 20 sacos plásticos, considerando-se como área útil nos 6 recipientes centrais.

3.2.2. Instalação

Inicialmente, foi preparado 1000 litros (1 m³) do substrato padrão. Este foi dividido em 8 porções de 125 litros (0,125 m³) e, em seguida adicionados os demais fertilizantes conforme os tratamentos previamente definidos. Preparado os substratos, procedeu-se o enchimento dos recipientes, os quais foram encanteirados.

A semeadura foi realizada no dia 27/05/99, colocando-se 2 sementes por recipiente à profundidade de aproximadamente 0,5 cm. Em seguida, realizou-se a cobertura utilizando acículas de pinus.

3.2.3. Condução

Aos 27 dias após a semeadura foi retirada a cobertura de acículas e, no estágio de orelha de onça, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por saco plástico.

Foram feitas irrigações diárias com duração de aproximadamente 30 minutos cada. Também foram realizadas 4 pulverizações preventivas com o fungicida Benlate, aos 80, 107, 179 e 201 dias após a semeadura, na dose de 12g/20L de água, visando evitar a ocorrência de doenças, principalmente *Cercospora* (*Cercospora coffeicola*) e uma pulverização com inseticida Hostation, aos 113 dias após a semeadura, na dose de 0,1L/20L de água, para evitar o ataque de bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), além da aplicação do fertilizante foliar (Nipocam), aos 110 e 140 dias após a semeadura.

Durante a fase de desenvolvimento, foram dispensados às mudas o controle manual de plantas daninhas.

3.2.4. Avaliações

As avaliações foram feitas aos 209 dias após a semeadura, observando-se altura de planta, diâmetro de caule, número de pares de folhas, área foliar, peso de matéria seca de raízes e da parte aérea. Na determinação dessas características foram obedecidos os critérios mencionados a seguir:

3.2.4.1. Altura de planta

Corresponde a distancia do colo até a gema apical da muda, obtendo-se, após a medida de todas as mudas da área útil, a média da parcela;

3.2.4.2. Diâmetro de caule

Foi medido com paquímetro, no ponto imediatamente superior ao nível do substrato. Nesta avaliação, tomou-se o diâmetro médio correspondente às plantas contidas na área útil da parcela;

3.2.4.3. Área foliar

Foi determinada conforme mencionado por HUERTA (1962); BARROS et al., (1973) e GOMIDE et al. (1976), ou seja, medindo-se o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par, em todos os pares de folhas da planta. O produto resultante da largura vezes o comprimento, foi multiplicado pelo coeficiente 0,667, obtendo-se a área foliar de cada folha. Este resultado multiplicado por 2, resultou na área foliar do par. Somando-se a área foliar de cada par obteve a área foliar da planta. Com os resultados das áreas foliares das plantas da área útil da parcela, determinou-se a média da parcela;

3.2.4.4. Número de pares de folhas

Foram contados os números de pares de folhas verdadeiras de cada planta com posterior obtenção da média da parcela;

3.2.4.5. Matéria seca da parte aérea e do sistema radicular

Foram obtidas após secagem em estufa de circulação forçada a 72°C, até peso constante e em seguida pesou-se cada parcela com posterior obtenção da média das parcelas;

4.2.5. Análise estatística

Os cálculos referentes às análises estatísticas foram realizados, utilizando-se o “software SANEST” (ZONTA & MACHADO, 1995), sendo as médias comparadas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se efeito significativo pelo teste de F a 1% de probabilidade, para o fator calcário dolomítico, no número de pares de folhas, e a 5% de probabilidade na altura de planta e na área foliar. Para o fator fritas, nota-se efeito significativo na matéria seca do sistema radicular, a 1% de probabilidade. Nas interações avaliadas verifica-se efeito significativo, a 5% de probabilidade,, para a interação calcário dolomítico x termofosfato magnésiano na matéria seca do sistema radicular e para a interação fritas x termofosfato magnésiano x calcário dolomítico na altura de planta. O diâmetro de caule e a matéria seca da parte aérea não foram afetados pelo calcário dolomítico, termofosfato magnésiano ou fritas (Tabela 1), demonstrando que a utilização destes produtos é desnecessária quando se visa tais características nas mudas produzidas. Resultados semelhantes foram obtidos quando utilizou-se tais insumos, provavelmente devido ao efeito tamponante do esterco utilizado na formação do substrato, impedindo a atuação negativa da acidez do solo presente neste, além de fornecer nutrientes necessário ao bom desenvolvimento das mudas. Além disso, conforme descrito por MANETTI apud ALMEIDA et al. (1978b) os cultivares Mundo Novo e Catuaí apresentaram tolerância a altos níveis de alumínio, reduzindo ainda

mais a necessidade de se utilizar o calcário na produção de mudas de cafeeiro quando se utiliza esterco bovino na composição do substrato.

A utilização de fritas e de termofosfato isoladamente, não teve influência significativa na altura de planta, número de pares de folhas e área foliar, das mudas produzidas no experimento, demonstrando que a utilização destes produtos isoladamente na produção de mudas de cafeeiro torna-se desnecessária, principalmente quando se utiliza esterco na composição do substrato, visto que o mesmo fornece nutrientes para o desenvolvimento das mudas.

O emprego do termofosfato e do calcário isoladamente não influenciaram no desenvolvimento do sistema radicular das mudas de cafeeiro, provavelmente pelo fornecimento de fósforo e cálcio pelo esterco utilizado na composição do substrato.

Maior altura de planta, número de pares de folhas e área foliar, foram encontrados quando não foi utilizado o calcário dolomítico no preparo do substrato (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por GODOY JR. Et al. (1964), os quais encontraram resposta negativa para aplicação de calcário calcítico, na dose de 4 a 8 t.ha⁻¹.

Tabela 2. Resultados médios¹ de altura de planta (A), número de pares de folhas (NPF) e área foliar (AF) para calcário dolomítico, obtidos no experimento sobre produção de mudas de cafeeiro. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Calcário Dolomítico (kg/m ³)	Características		
	A (cm)	NPF	AF (cm ²)
0	19,67 a	5,97 a	309,86 a
2	18,81 b	5,63 b	287,48 b
DMS (%)	0,77	0,21	19,82

¹Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 1. Resumo das análises de variância de algumas características agrônomicas da linhagem IAC H2077-2-5-99 da cultivar Catuai Vermelho cultivada em diferentes substratos na produção de mudas de café em sacos plásticos, UFU, Uberlândia-MG, 2000.

Causas de variação	GL	Quadrados médios					
		Altura de plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Nº. de pares de folhas	Área foliar (cm ²)	Matérias secas	
						Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
Blocos	3	0,4824 ns	0,0307 ns	0,1197 ns	3026,2496 *	2,9059 **	5,9291 ns
Fritas (F)	1	0,2530 ns	0,0009 ns	0,0078 ns	509,6028 ns	2,0150 **	0,4418 ns
Termofosfato (T)	1	0,5408 ns	0,0158 ns	0,0210 ns	449,8500 ns	0,1140 ns	1,2640 ns
Calcário (C)	1	5,9513 *	0,0002 ns	0,7260 **	4006,0201 *	0,1188 ns	1,8336 ns
F x T	1	0,0000 ns	0,0226 ns	0,0006 ns	186,2450 ns	0,0345 ns	0,9385 ns
F x C	1	0,3570 ns	0,0001 ns	0,1953 ns	1138,3606 ns	0,0957 ns	0,0528 ns
C x T	1	0,4232 ns	0,0140 ns	0,0078 ns	616,8828 ns	0,6933 *	2,0910 ns
F x T x C	1	6,1075 *	0,0385 ns	0,1431 ns	1116,2813 ns	0,0081 ns	4,6971 ns
Resíduo	21	1,0908 ns	0,0191 ns	0,0660 ns	726,3865 ns	0,1541 ns	2,0915 ns
CV (%)		5,43	4,10	4,42	9,02	13,15	11,16

ns, não significativo; * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Sendo o cafeeiro uma planta que possui a característica de tolerância a pH ácido-5 a 7 (MANETTI citado por ALMEIDA, 1978b) e o esterco bovino, presente no substrato padrão, possuindo a característica de diminuir os efeitos da acidez do solo no desenvolvimento da planta, possivelmente a adição de 2Kg de calcário dolomítico por metro cúbico de substrato elevou o pH a nível indesejável, podendo, entre outros efeitos, ter reduzido a disponibilidade de micronutrientes, reduzindo sua absorção o que pode ter acarretado menor desenvolvimento das mudas.

O menor número de pares de folhas, promovido pela utilização do calcário dolomítico, indica que as mudas deveriam permanecer um maior tempo no viveiro, para atingir o desenvolvimento ideal de levá-las ao campo.

Mudas com menor área foliar, tem menor capacidade fotossintética reduzindo assim a possibilidade de um maior desenvolvimento inicial, quando as mesmas são levadas ao campo.

A Tabela 3, mostra um aumento de 0,5g em relação à testemunha, no peso de matéria seca do sistema radicular, com o emprego de fritas na dose de 0,7Kg/m³ de substrato. Este resultado diverge, parcialmente, do obtido por EZEQUIEL (1980), que não encontrou influência significativa na adição de zinco no peso seco do sistema radicular.

Tabela 3. Resultados médios¹ da matéria seca do sistema radicular para fritas, obtidos no experimento sobre produção de mudas de cafeeiro. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Fritas (kg/m ³)	Matéria seca do sistema radicular (g)
0	2,74 b
0,7	3,24 a
D.M.S.(%)	0,29

¹Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O efeito significativo da utilização de fritas no desenvolvimento do sistema radicular se deve provavelmente ao fornecimento de outros micronutrientes, além do Zn, que tradicionalmente encontra-se em quantidades limitantes nos solos de cerrado.

Desdobrando a interação termofosfato magnesiano x calcário dolomítico, verifica-se que houve redução no peso de matéria seca do sistema radicular de 0,42 g, quando os dois fertilizantes foram utilizados juntos em relação ao substrato contendo apenas termofosfato e na ausência de calcário (Tabela 4). Esse efeito negativo promovido por essa interação é comprovado quando se observa que os resultados onde se utilizou somente calcário e somente termofosfato foram superiores, assemelhando-se com os resultados onde não foi utilizado nem calcário, nem termofosfato. Isso, provavelmente, deve-se a constituição do termofosfato e do calcário, que por elevarem o pH do solo, podem ter promovido uma maior redução na disponibilidade de outros nutrientes, o que acabou acarretando um menor peso de matéria seca das raízes das mudas.

Tabela 4. Resultados médios¹ de peso de matéria seca de raiz para interação termofosfato magnesiano e calcário dolomítico, obtidos no experimento sobre produção de mudas de cafeeiro. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Termofosfato Magnesiano (kg/m ³)	Calcário dolomítico (kg/m ³)		Médias
	0	2	
0	2,96 a B	3,13 a A	3,05
1	3,14 a A	2,72 b B	2,93
Médias	3,05	2,93	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na vertical e minúscula, na horizontal, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Analisando a Tabela 5, observa-se que quando não se utilizou o termofosfato magnesiano, nem as fritas, obteve-se menor altura de planta que quando se utilizou o

calcário (2Kg/m³), demonstrando seu efeito negativo no desenvolvimento da muda, provavelmente pelo efeito negativo do mesmo sobre a disponibilidade de micronutrientes, como anteriormente comentado. Quando se utilizou 0,7Kg/m³ de fritas, não se observou diferença na altura de plantas tanto na ausência quanto na presença do calcário dolomítico, provavelmente por ser as fritas fonte de micronutrientes aumentando sua disponibilidade e reduzindo assim o efeito negativo do calcário.

Quando se utilizou o termofosfato magnésiano menores resultados de altura de plantas foram encontrados quando se utilizou a fritas e calcário, provavelmente pelo efeito negativo da associação do calcário com o termofosfato, reduzindo a disponibilidade até mesmo dos micronutrientes fornecidos pela fritas.

Tabela 5. Resultados médios¹ de altura de plantas para termofosfato magnésiano, fritas e calcário dolomítico, obtidos no experimento sobre produção de mudas de cafeeiro. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Termofosfato Magnésiano (kg/m ³)	Fritas (kg/m ³)	Calcário (kg/m ³)		Médias
		0	2	
-----cm-----				
0	0	19,96 a A	18,21 b A	19,10
	0,7	19,36 a A	18,54 a A	18,95
Médias		19,66	18,37	
1	0	19,12 a A	19,57 a A	19,35
	0,7	20,26 a A	18,54 b A	19,40
Médias		19,69	19,01	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical e minúscula, na horizontal, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, concluiu-se que:

A adição de calcário dolomítico ao substrato padrão na dose de 2 kg/m³ de substrato, diminuiu a altura de planta, o número de pares de folhas e a área foliar.

A adição de fritas ao substrato padrão na dose de 0,7 Kg/m³, apresentou maior peso de matéria seca do sistema radicular.

A utilização de calcário juntamente com o termofosfato magnésiano, na produção de mudas de cafeeiro em sacos plásticos diminuiu o peso seco do sistema radicular.

O emprego de calcário dolomítico junto com o termofosfato magnésiano e fritas na dose de 2,0; 1,0; e 0,7 kg/m³ de substrato padrão, respectivamente, promoveu redução na altura das mudas de cafeeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 97: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 1997. 435p.

ALMEIDA S. R.; MATIELLO J. B.; GARCIA W.R. Estudo sobre calagem no substrato para formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978a, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: IBC, 1978a. p. 103 – 109.

ALMEIDA, S. R.; MATIELLO J. B. Substituição do esterco de curral no substrato usado para formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978b, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: IBC, 1978b. p. 306 – 308.

ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes.** 1998. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras..

- BARROS, R. S. et al. Determinação da área foliar de folhas de café (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo). **Revista Ceres**. Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, jan./mar. 1973.
- CARDOSO, E.L., ALVARENGA, G., CARVALHO, M.M., CARVALHO, J.G. Efeito de doses de superfosfato simples no substrato sobre os teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) 'Mundo Novo' e 'Catuaí'. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 201-206, abr./jun. 1992.
- CARVALHO, M. M., DUARTE, G. S., RAMALHO, M. A. P. Efeito da composição de substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 224-385, jul./dez. 1978.
- COSTA, P. C., SANTINATO, R., GROHMANN, F., MATTIELLO, J.B. Dados preliminares de nova tecnologia para produção de mudas de café. **Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, v.2, n.5, p.50-54, jan./fev. 1989.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas; princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 345p.
- EZEQUIEL, A.C. **Efeito da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*.L.)**. Lavras, ESAL, 1980. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- FAVORETO, A. J. et al. Uso de fontes orgânicas e fertilizantes de liberação lenta na formação de mudas de café em sacos de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas, 1998. **Resumos...** Poços de Caldas: SDR/PROCAFÉ/PNFC, CDPC-DENAC, Secretaria de Agricultura do Estado de Minas Gerais, 1998. p. 144 - 145.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 1985. v.1. 362 p.

- GODOY JR, C.; GODOY, O. P. & GRANER, M. A calagem no desenvolvimento de mudas de café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 39, n. 4, p. 169-74, dez. 1964.
- GOMIDE, M. B. et al. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1976. p. 182.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeicultura, tecnologia para produção: a produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 98-109, 1998.
- HUERTA, S. A. **Corporacion de métodos de laboratorio y de campo para medir el area foliar del cafeto**. Cenicafé, Colombia, v. 13, n.1, p. 33-42, 1962.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Modelo tecnológico para o café no Paraná**. Londrina, 1991. 8 p. (Informe de pesquisa, 97).
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBR^O, M.O.C. **Nutrição mineral e nutrição de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727 p.
- MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p.
- MONIZ, A. C. Composição química e estrutura dos minerais de argila. In: MONIZ A. C. (Coord.) Elementos de pedologia. São Paulo: USP/Polígono, 1972. p. 29-44.

OLIVEIRA, J. A.; SANTINATO, R.; MIGUEL, A. E.; PEREIRA J. E. Efeitos de doses crescentes de superfosfato simples, em substrato, na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1978. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1978. p. 177 – 182.

SANTINATO, R.; FIGUEIREDO, J. P.; BARROS U. W. Doses crescentes de cloreto de potássio, em substrato, na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC-RJ, 1980. p. 144 - 145.

SOUZA, S.P. **Cultura do café**. Sete Lagoas: IPEACO, 1966. 32 p. (Circular, 2).

RIBEIRO, A. C. et al. **Sugestões de adubação para grandes culturas anuais ou perenes**. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação. Editores, Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., Viçosa, p. 289-302, 1999

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de análises estatísticas (SANEST) para microcomputadores. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO, 1995, Piracicaba. **Resumo...** Campinas: Fundação Cargill, 1995. p.17-18.

APÊNDICE

Tabela 1A. Características químicas da amostra do solo utilizado. UFU, Uberlândia , MG, 2000.

Características	Unidades	Valores
PH	H ₂ O	5,8
P	mg / dm ³	1,0
K	mg / dm ³	9,0
Ca	mmolc / dm ³	0,7
Mg	mmolc / dm ³	0,1
Al	mmolc / dm ³	2,3
H + Al	mmolc / dm ³	3,1
t	mmolc / dm ³	0,8
T	mmolc / dm ³	3,9
V	%	22
m	%	59
B	mg / dm ³	0,03
Zn	mg / dm ³	0,1
Mn	mg / dm ³	8,2
Cu	mg / dm ³	4,4
Fe	mg / dm ³	42

Determinações realizadas pelo laboratório de análises de solo e foliar “Adubos Triângulo”. Araguari (MG).

Tabela 2A. Composição química de esterco bovino.

Características	Unidades	Valores
N (total)	g / kg	18,0
P ₂ O ₅ solúvel em ácido cítrico a 2%	g / kg	3,2
P ₂ O ₅ solúvel em nitrato de amônio	g / kg	7,0
P ₂ O ₅ em água	g / kg	2,3
K ₂ O solúvel em água	g / kg	10,4
Matéria Orgânica	g / kg	426,4
Relação C/N	mg / dm ³	13,15
pH	mg / dm ³	6,92
Zn	mg / dm ³	173,27
Mn	mg / dm ³	566,58
Cu	mg / dm ³	363,12
Ca	g / kg	16,8
Mg	g / kg	4,1

Fonte: Andrade Neto (1998).

