

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

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E DE FERTILIZANTES DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DO CAFEIEIRO (*Coffea
arabica*) EM SAQUINHOS.**

EMERSON LUIZ BARBIZAN

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

Uberlândia – MG
Outubro – 2000

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

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E DE FERTILIZANTES DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DO CAFEIEIRO (*Coffea
arabica*) EM SAQUINHOS.**

EMERSON LUIZ BARBIZAN

Orientadora: Dra. REGINA MARIA QUINTÃO LANA

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

Uberlândia – MG
Outubro – 2000

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E DE FERTILIZANTES DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DO CAFEIEIRO (*Coffea
arabica*) EM SAQUINHOS.**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 26/10/2000.

Profª Dra. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

Profº Dr. Benjamim de Melo
Conselheiro

Eng. Agr. Alex Fabiany Mendes
Conselheiro

Uberlândia – MG
Outubro – 2000

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado a oportunidade de estar concluindo mais uma etapa de minha vida, adquirindo conhecimentos que ajudarão a mim e aos outros.

Aos meus pais, Reinaldo Barbizan e Iracema Trentin Barbizan, que sempre me apoiaram com muita fé, esperança e amor.

Aos meus padrinhos, Willy Boller e Maria Otilia Boller, que me auxiliaram em todos os momentos e sempre acreditando em mim.

Aos meus irmãos Odair, Evandro e Airton e a Franciele Boller.

À minha orientadora Regina Maria Quintão Lana, pelos ensinamentos e pela paciência dedicadas a minha pessoa.

Aos meus conselheiros Alex Fabiany Mendes e Benjamim de Melo pelo conhecimento e dedicação quando necessitei e pela amizade para comigo.

Aos proprietários do Viveiro Maringá, que prestaram uma grande ajuda durante a realização do experimento.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia pelo ensinamento, dedicação de amizade.

Aos colegas da XXI Turma de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, pela amizade e convívio.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Localização.....	18
3.2. Recipientes.....	18
3.3. Cultivar.....	19
3.4. Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.5. Instalação e condução do experimento.....	21
3.6. Características avaliadas.....	21
3.6.1. Curvas de retenção de umidade.....	21
3.6.2. Macro e micronutrientes nos tecidos vegetais.....	22
3.6.3. Altura de planta.....	23
3.6.4. Diâmetro de caule.....	23
3.6.5. Área foliar.....	23
3.6.6. Número de pares de folhas.....	24
3.6.7. Volume do sistema radicular.....	24
3.6.8. Matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Curvas de retenção de umidade.....	25
4.2. Características fitotécnicas.....	26
4.3. Concentração de nutrientes na matéria seca da parte aérea.....	31
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

Resumo

A produção de mudas de alta qualidade é indispensável para formação de uma lavoura cafeeira produtiva. Entre aspectos necessário para produção de mudas de alta qualidade, estão o substrato e o fertilizante. Visando produção de mudas de sadias, realizou-se um experimento avaliando o desenvolvimento, as características e estado nutricional de mudas de cafeeiro, produzidas com substrato comercial e a utilização de adubos de liberação lenta, utilizando saquinhos de polietileno preto e sementes certificadas, em viveiro comercial situado no município de Araguari- MG, no período de 29/08/98 a 19/01/99. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos, sendo dois níveis do Fator 1 – Substrato(A- Rendmax Café[®] e B- Substrato Convencional) e seis níveis do Fator 2 – Adubação (1- Osmocote 22-04-08, dose 5,46g/L; 2- Osmocote 14-14-14, dose 5,46g/L; 3- Osmocote 15-09-12, dose 5,46g/L; 4- Mistura Osmocote 14-14-14 + 15-09-12, doses respectivas de 1,64g/L e 3,82 g/L;5- Mistura Osmocote 22-04-08 + 14-14-14, ambos com doses de 2,73g/L; e 6- Adubação

Convencional, 4 g SS/L + 0,5 KCl/L + 0,5 g Termofosfato Magnesiano/L). O substrato comercial é composto por uma mistura de casca de pinus, perlita e vermiculita, além de conter NPK+micronutrientes. O substrato convencional é composto por uma mistura de terra (70%), calcário dolomítico (2g/L) e matéria orgânica (30%). As avaliações foram feitas quando as mudas atingiram tamanho suficiente para transplante no campo, sendo avaliados os seguintes parâmetros: área foliar, diâmetro de caule, peso de matéria seca de raízes e de parte aérea, volume de raízes, altura de planta, número de pares de folhas e o estado nutricional (teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Fe e Zn) na parte aérea das mudas. Os resultados obtidos permitem concluir que o substrato Rendmax Café[®] proporcionou maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro em saquinhos, em relação ao substrato convencional. Maiores concentrações de P, K, Mg, B e Mn na parte aérea, foram encontradas quando se utilizou o substrato Rendmax Café[®], enquanto as maiores concentrações de N, Ca, Cu e Fe, foram encontradas quando se utilizou o substrato Convencional. Os substratos apresentaram teores de S e Zn similares na matéria seca da parte aérea. As formulações de liberação lenta (Osmocote[®]) exerceram efeito positivo sobre as características agronômicas das mudas produzidas em saquinhos. Os melhores resultados de desenvolvimento das mudas encontrados em relação às formulações Osmocote[®] foram obtidos com a mistura 14-14-14 + 15-09-12 (1,64 g/L e 3,82 g/L) e com a formulação 15-09-12 (5,46 g/L). O Osmocote[®] na formulação 22-04-08 (5,46g/L) proporcionou maiores teores de nutrientes na parte aérea de mudas de cafeeiro.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo a cafeicultura uma atividade de grande expressão no cenário agro-industrial brasileiro.

A necessidade de o setor cafeeiro aumentar a eficiência produtiva, acompanhada de redução de custos de produção para uma maior competitividade, faz com que surja a busca de novas tecnologias.

A produção de mudas sadias e bem desenvolvidas torna-se importante, constituindo um dos principais fatores de sucesso na formação de novas lavouras cafeeiras, que possuem caráter perene (OLIVEIRA 1989; GUIMARÃES et al., 1998).

A produção de mudas é uma das fases mais importantes da cultura, pois qualquer falha cometida pode comprometer a produção por toda a vida útil da lavoura (THEODORO et al., 1997).

Segundo FAVORETO et al. (1998), 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. Recentemente, fertilizantes de liberação lenta tem sido utilizados com sucesso na formação de mudas de

café em tubetes, mas em saquinhos de plástico não existem resultados publicados na literatura.

Substratos tradicionalmente utilizados na produção de mudas de cafeeiro tem gerado problemas no aspecto fitossanitário. Substratos alternativos vêm sendo utilizados para substituir a terra na produção de mudas; são livres de enfermidades, têm custo reduzido, acessibilidade no mercado, resistência a variações químicas e físicas, elevada percentagem de assimilação de água disponível para a planta, melhor aeração devido a textura grossa das partículas de seus constituintes, intercâmbio de cátions elevado, macro e micro elementos assimiláveis, efeito tampão adequado e pH de 5,0 a 7,0 (REJOVOT,1994).

A utilização de substrato alternativo e fertilizante de liberação lenta pode servir de alternativa para produção de mudas de cafeeiro de alta qualidade, visto que, a nutrição mineral adequada tem sido um grande desafio aos produtores de muda de cafeeiro, tanto em saquinhos quanto em tubetes. Portanto, pesquisas envolvendo aspectos nutricionais da produção de mudas do cafeeiro e substratos utilizados, se justificam uma vez que o volume de substrato utilizado é muito pequeno e qualquer falha poderá resultar em grandes prejuízos.

Este trabalho teve por objetivo a avaliação de características de crescimento e estado nutricional de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos e submetidas a diferentes tipos de substrato e formulações de liberação lenta em comparação à fertilização convencional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na formação do cafezal com alto potencial produtivo, a garantia de bons resultados econômicos está na escolha da cultivar, formação e produção de mudas sadias e plantio correto (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1991).

O plantio de mudas de boa qualidade é essencial, pois condiciona ao cafeeiro uma carga genética adequada e influi decisivamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta (MATIELLO, 1991).

Comumente são utilizados dois tipos de mudas: as mudas de meio ano e mudas de ano. As mais utilizadas são as de meio ano, pois, além do menor custo de produção, utiliza menores recipientes, menor quantidade de substrato e permanecem menos tempo no viveiro (GUIMARÃES et al., 1989).

Mudas de café de meio ano são tradicionalmente produzidas em saquinhos de polietileno, que possuem um volume suficiente para que a muda permaneça no viveiro por mais tempo, saindo com melhores condições de resistir no campo sem comprometer o sistema radicular.

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 variabilidade dos constituintes do substrato tem função de fornecer nutrientes, água e ar para o sistema radicular. STURION (1981) afirmou que o desenvolvimento e a eficiência do sistema radicular são muito influenciados pela aeração do solo, que depende da quantidade e do tamanho das partículas que definem sua estrutura.

O meio ideal de crescimento deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, elevada capacidade de troca de cátions (CTC) e porosidade, ter adequada retenção de umidade e isenção de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas. Também deve ser operacionalizável a qualquer tempo, abundante e economicamente viável (CAMPINHOS JÚNIOR et al. 1984).

A terra do subsolo tem sido recomendada para a mistura com matéria orgânica na formação do substrato para produção de mudas de café (MONIZ, 1972).

Para coleta do subsolo, recomenda-se retirar os primeiros cinco centímetros para eliminação de sementes de plantas daninhas e coletar em locais onde não tenham sido plantadas lavouras de café e até mesmo ser longe de lavouras já existentes. Deve-se, também, evitar solos de textura arenosa.

A adição de matéria orgânica no substrato tem por objetivo a melhoria das propriedades físico-químicas do solo e a liberação de nutrientes para a cultura (MORAES, 1981).

Com a utilização de substrato preparado com terra + matéria orgânica dever-se-á tratá-lo com brometo de metila ($150 \text{ cm}^3/\text{m}^3$) durante 48 horas, após ser distribuído em

camadas de 20 a 30 cm de altura, com a finalidade de esterilizar o mesmo (GUIMARÃES et al., 1989).

GONÇALVES (1995), cita as características das matérias primas a serem usadas como substrato: baixo custo, disponibilidade, qualidade constante, facilidade de manuseio, bom aspecto, CTC alta, teor adequado de nutrientes, esterilidade biológica, pH adequado, baixo teor de sais solúveis, boa capacidade de retenção de umidade, tamanho adequado das partículas e boa uniformidade.

Como opção de substrato alternativo tem-se o Rendmax Café[®], que pode ser modificado em função das necessidades na produção de mudas de cafeeiro em saquinhos. Constituído de casca de pinus composta, vermiculita, perlita, macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B e Mo), unindo vantagens do sistema de produção em saquinhos com as vantagens do substrato alternativo (REJOVOT, 1994).

Teores adequados de potássio e fósforo aumentam a capacidade das plantas utilizarem altas doses de nitrogênio e transformá-las em proteínas, especialmente o fósforo. O nitrogênio normalmente é absorvido na forma de íons nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) (MALAVOLTA, 1989).

O nitrogênio na planta é reduzido a forma amoniacal e combinado nas cadeias orgânicas, formando ácidos glutâmico, este por sua vez incluído em mais de uma centena de diferentes aminoácidos. Destes, cerca de 20 são usados na formação de proteínas, tendo principalmente a função funcional e menos estrutural, além de que o N participa da composição da molécula da clorofila (VAN RAIJ, 1991). O nitrogênio (N) é constituinte

de aminoácidos, clorofila, alcalóides, midas, coenzimas, vitaminas e outros compostos (MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO, 1989).

A elevada solubilidade dos fertilizantes sob a forma de nitratos traz problemas sérios na sua utilização. A rápida nitrificação tem sugerido aos pesquisadores a utilização de materiais para revestir os grânulos de fertilizantes e produtos de lenta nitrificação. A utilização de adubos de liberação gradual e lenta de nitrogênio tem-se apresentado como outra alternativa para aumentar a eficiência de adubação nitrogenada na produção de mudas (HAAG, 1986).

O fósforo (P) faz parte de diversos compostos orgânicos, participando da fotossíntese, respiração, da formação de ATP, síntese de proteínas, desdobramento de carboidratos e gorduras, divisão celular, além da função estrutural e de armazenamento (MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO, 1989).

Segundo MALAVOLTA (1986), as exigências de fósforo pelo cafeeiro são pequenas, se comparados com as de N e K. Quanto a influência deste elemento na planta, FRANCO (1983), mostra que o fósforo se redistribui pouco na planta e que a adubação fosfatada influi muito no desenvolvimento das raízes do cafeeiro.

COELHO (1973), comenta que a absorção de fósforo pelo cafeeiro se processa em grande intensidade nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas.

Segundo MORAES (1981), o cafeeiro consegue extrair com certa facilidade o fósforo, tanto dos fertilizantes industriais mais solúveis como de vários fosfatos naturais.

O potássio (K) é um nutriente essencial a vida das plantas, participa 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

(MALAVOLTA, 1980). Segundo o mesmo autor, o efeito do potássio é altamente específico na abertura e fechamento de estômatos, juntamente com a luz, podendo em sua carência haver menor entrada de gás carbônico e, portanto menor atividade fotossintética.

O potássio é um elemento que desempenha papel dominante na nutrição de cafeeiros (MALAVOLTA, 1986). Segundo o mesmo autor a curva de absorção do K em cafeeiros, durante o ano é grosseiramente paralela à do nitrogênio, atingindo um máximo na estação chuvosa e que o excesso de potássio pode induzir carência de Mg, e em menor grau de Ca.

O Ca tem função enzimática e parece afetar a divisão celular e a estabilidade cromossômica. O nutriente parece ser imóvel no tecido, não sofrendo redistribuição; o conteúdo na folha cresce durante toda a vida da mesma, não sendo a absorção afetada por queda de temperatura (MALAVOLTA, 1979).

Segundo MALAVOLTA (1986) a importante função do cálcio no crescimento de raízes é devido a grande dificuldade de translocação desse elemento na planta, torna-se necessário um fornecimento constante de cálcio pelo solo a fim de serem atendidas as exigências da planta.

A absorção de cálcio é diminuída por altas concentrações de potássio e magnésio no meio, como também por muito $N-NH_4^+$ e depois de localizado nas folhas se torna muito imóvel e só pode ser redistribuído em condições especiais (MALAVOLTA, 1980).

O magnésio (Mg) é um constituinte da clorofila e pigmentos, funciona como ativador de enzimas, age na respiração e divisão celulares, além de interferir na absorção de P e na sua translocação no interior da planta (MALAVOLTA, 1979).

No cafeeiro como um todo, segundo MALAVOLTA (1986), há aproximadamente

4 vezes mais Ca que Mg. Durante o ano esse elemento segue a mesma tendência que o Ca, mas tem grande facilidade de translocação das folhas velhas para as mais novas. Devido ao antagonismo pelo potássio, quando a absorção de K aumenta a do Mg diminui. A presença de Mg aumenta a absorção do fósforo (MALAVOLTA, 1980)

O enxofre (S) é constituinte de alguns aminoácidos como cistina, cisteína e metionina, e, portanto, das proteínas que os contém. É um ativador enzimático e ainda participa da síntese de e da fotossíntese (MALAVOLTA, 1980).

As exigências de enxofre pelo cafeeiro são semelhantes a do fósforo, mas apesar disso pouca importância se tem dado a esse elemento por ser também fornecido através de fertilizantes nitrogenados ou fosfatados como é o caso do sulfato de amônio e do superfosfato simples (MALAVOLTA, 1986).

O boro (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 (MALAVOLTA, 1980).

O boro está presente na matéria orgânica. Como fatores que contribuem para a falta desse nutriente cita-se a lixiviação, falta de Ca ou calagem excessiva, ou ainda excesso de nitrogênio na adubação. É um elemento altamente exigido nas regiões de crescimento intenso do cafeeiro (MALAVOLTA, 1986).

Segundo COELHO (1973), o boro parece fazer parte de alguma unidade estrutural, onde se torna não disponível não podendo se movimentar, requerendo, portanto constante suprimento à planta durante seu crescimento.

O boro é muito afetado pelo pH, pela textura do solo e pelo teor de cálcio. A valores de pH mais elevados o elemento se torna menos disponível. Solos mais argilosos adsorvem mais o boro e podem, assim, dificultar a absorção pelas plantas. Um fator muito importante para a disponibilidade do boro é o teor de água no solo. Em condições de seca as deficiências se acentuam, possivelmente pela menor liberação do elemento da matéria orgânica (VAN RAIJ, 1991).

O cobre (Cu) é um ativador de enzimas de óxido-redução que oxidam fenóis e participa do transporte eletrônico terminal da respiração e da fotossíntese. Possui ainda funções na síntese de proteínas, metabolismo de carboidratos e fixação simbiótica do N₂ (MALAVOLTA, 1980).

O excesso de nitrogênio pode levar a deficiência de cobre devido ao efeito de diluição na folha. O excesso de adubação fosfatada, o encharcamento, ou ainda a calagem excessiva podem também causar a deficiência de cobre (MALAVOLTA, 1986)

Altas concentrações de cobre diminuem a absorção de Fe, Mo e Zn (MALAVOLTA, 1980).

O cobre tem, também, a solubilidade reduzida com a elevação do pH. A deficiência é mais comum em solos orgânicos que, mesmo apresentando por vezes teores totais altos do elemento, o retêm na forma de complexos muito estáveis (VAN RAIJ, 1991).

Nas mudas de café em viveiros, a deficiência de ferro parece ser provocada por uma combinação de 3 fatores, ou seja, excesso de matéria orgânica no substrato, encharcamento e falta de luz. É um elemento de difícil translocação das partes mais velhas para as mais novas do cafeeiro, podendo ocorrer deficiência quando o crescimento da

planta é rápido (MALAVOLTA, 1986).

A absorção de ferro diminui quando aumenta a concentração no meio de Ca, Mg, Cu, Zn e principalmente o Mn (MALAVOLTA, 1980).

O ferro tem sua disponibilidade reduzida pela elevação do pH. A deficiência pode ocorrer em solos alcalinos, resultando, ainda, de vários outros fatores associados, como desbalanceamento com cobre e manganês e excesso de fósforo (VAN RAIJ, 1991).

O manganês (Mn) é um ativador de diversas enzimas, participa do transporte eletrônico na fotossíntese e é essencial para a formação da clorofila e para formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto (MALAVOLTA, 1980).

MALAVOLTA (1986) comenta que o excesso de manganês pode ser mais prejudicial que sua deficiência devido seu efeito antagônico com o zinco e o ferro. O mesmo autor comenta ainda que deficiências desse elemento podem ocorrer com um pH alcalino ou ainda por excesso de matéria orgânica e que em sua carência, notou-se aumento nos teores de N, P e K.

O manganês tem sua disponibilidade reduzida pela elevação do pH. Além disso, teores altos de matéria orgânica podem resultar em complexação do elemento (VAN RAIJ, 1991).

O zinco (Zn) 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, do que resulta na diminuição da síntese de proteínas e daí na dificuldade para a divisão celular (MALAVOLTA, 1980).

A deficiência de zinco é induzida pelo fósforo através do efeito diluição, diminuindo sua absorção, inibição não competitiva e diminuição do transporte raiz/parte aérea (MALAVOLTA, 1980).

O zinco tem sua solubilidade afetada pelo pH, e calagens a valores de pH acima de 6,0 podem induzir deficiências. Além disso, o elemento é fortemente retido em solos argilosos, o que pode agravar as deficiências. Fosfatos tendem a reduzir a solubilidade de zinco, e são conhecidas deficiências do elemento induzidas por adubações fosfatadas elevadas (VAN RAIJ, 1991).

Dentre os formulados com liberação lenta de nutrientes tem-se o Osmocote[®], que é um fertilizante solúvel cujos grânulos são recobertos por uma resina de material orgânico que controla a liberação dos nutrientes. Ao entrar em contato com a umidade do substrato, os nutrientes do interior dos grânulos são dissolvidos, sendo os mesmos liberados no substrato de forma gradual dependendo da temperatura do solo e do recipiente. A longevidade do produto é baseada na liberação a 21° C, sendo que temperaturas altas provocam uma liberação mais rápida e temperaturas mais baixas provocam diminuição na liberação e aumento da longevidade do produto (PAIVA et al., 1997).

OLIVEIRA et al. (1995) estudando o efeito do formulado 17-9-13 de NPK de Osmocote[®], adicionado ao substrato comercial Plantmax na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, concluíram que o formulado proporcionou mudas de melhor qualidade, com altura superior, alto vigor e melhor sanidade, além de antecipar em 40 dias a liberação das mesmas, com considerável economia de mão-de-obra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O experimento foi conduzido no viveiro Maringá, situado no município de Araguari – MG. No período de agosto de 1999 a janeiro de 2000. 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. A cobertura é de nylon (sombrite), permitindo uma insolação de aproximadamente 50% com boa aeração, sendo as parcelas localizadas em canteiros de 1,20m de largura.

3.2. Recipientes

Os recipientes utilizados foram saquinhos de polietileno com capacidade de 700ml, com dimensões de 6,37 cm de diâmetro, 20 cm de altura e espessura de 0,06mm.

3.3. Cultivar

As sementes foram de procedência de Paulo Xavier da Silva do Município de Araguari – MG, certificadas, da cultivar Catuaí Vermelho, da linhagem IAC H2077-2-5-99, as quais, foram utilizadas, sem tratamento fungicida.

3.4. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 6, totalizando 12 tratamentos. As parcelas constituídas de 30 recipientes (6 x 5 saquinhos), sendo a área útil os 6 recipientes dispostas internamente (3 x 2 saquinhos). Os fatores estudados foram:

Fator 1 – Tipos de substrato

(A) **Rendmax Café[®]** (produto em desenvolvimento), constituído de casca de pinus compostada, vermiculita, perlita, macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B e Mo), conforme Tabela 1.

Tabela 1- Teores de elementos constituintes do substrato Rendmax Café[®]

ELEMENTO*												
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	MO**	Mn	Cu	Zn	B	Mo
g.kg ⁻¹								mg.dm ⁻³				
6,0	7,7	3,6	24,4	20,0	11,4	10,6	631,5	176	35	135	340	15

Observações: B = Água quente; N, Ca, Mg = Kel In 1:10; K, Fe, Mn, Cu, Zn = Melich 1:10; S = Sulfato monocálcio (LABORATÓRIO UNITHAL).

* Valores podem sofrer variações de ± 15%

** Matéria orgânica

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante (Eucatex Química e Mineral Ltda).

(B) **Substrato convencional do viverista**, constituído de 15% de cama de frango e 15% de esterco de curral, tratadas com brometo de metila e 70% de terra proveniente do subsolo e calcário dolomítico a uma dose de 2kg/m³.

Fator 2 – Tipos de adubação

Foram utilizados os fertilizantes de liberação lenta Osmocote[®], nas formulações 15-09-12 + macro e micronutrientes (Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), com liberação lenta de 5 a 6 meses; 14-14-14 sem micronutrientes com liberação lenta de 3 a 4 meses; 22-04-08 de NPK + macro e micronutrientes (Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), com liberação lenta de 8 a 9 meses. Utilizou-se também a adubação convencional do viveirista, composta por Superfosfato Simples (Ca, S e P), Cloreto de Potássio (K) e termofosfato magnésiano (Ca, P e Mg).

Os tipos do fator adubação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos e doses de fertilizantes, com as respectivas concentrações dos nutrientes presentes.

Adubo	Dose (g/L)	Concentração de macronutrientes (g/L)						Concentração de micronutrientes(mg/L)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Osmocote 22-04-08	5,46	1,201	0,218	0,437	---	0,055	0,164	1,092	2,73	54,6	5,46	0,055	2,73
Osmocote 14-14-14	5,46	0,764	0,764	0,764	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Osmocote 15-09-12	5,46	0,819	0,491	0,655	0,191	0,082	0,164	1,092	2,73	27,3	5,46	0,218	2,73
Osmocote 14-14-14 +	1,64 +	0,803	0,573	0,688	0,134	0,057	0,115	0,764	1,91	19,1	3,82	0,153	1,91
Osmocote 15-09-12	3,82												
Osmocote 22-04-08 +	2,73 +	0,983	0,491	0,601	---	0,027	0,082	0,546	1,365	27,3	2,73	0,027	1,365
Osmocote 14-14-14	2,73												
Adubação Conv. *	5,00	---	0,805	0,290	0,800	0,035	0,480	---	---	---	---	---	---

* 4g Superfosfato Simples/L, 0,5 g KCl/L, 0,5 g Termofosfato Magnésiano/L, adaptado da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999.

Fontes: Garantias do fabricante fornecido pelo representante de vendas Eucatex Química e Mineral Ltda.

3.5. Instalação e condução do experimento

O enchimento dos saquinhos foi realizado procurando-se uniformidade de compactação, após os substratos terem sido preparados manualmente e misturados com o auxílio de uma enxada.

Foram semeadas 2 sementes por saquinhos após o umedecimento do substrato, sendo cobertas com uma camada de 1 cm de cama de frango e de 2 a 3 cm de acículas de pinus. A camada de acículas foi retirada quando as plântulas encontravam-se no estágio de "palito de fósforo". Em seqüência foi feito o desbaste deixando-se apenas uma planta por saquinho. A irrigação foi feita diariamente pela manhã através de micro aspersão durante 30 minutos, aplicado-se diariamente 5mm de água.

Os tratamentos fitossanitários foram feitos preventivamente para evitar incidência de patógeno e pragas, aplicando-se Benlat 2g/L (09/10/99), Lorsban 480 2,5g/L (19/10/99), Niphokam 1,25g/L (29/10/99), Kempil 1,25g/L (06/11/99), Benlat 2g/L (09/12/99 e 29/12/99) e Cobre Sandoz 2,5g/L (06/01/00).

As avaliações do experimento foram realizadas 140 dias após a semeadura (19/01/2000).

3.6. Características avaliadas

Foram consideradas as seguintes características.

3.6.1. Curvas de retenção de umidade

As curvas de retenção de umidade foram determinadas utilizando-se a Câmara de Richards (PREVEDELLO, 1996), obtendo-se a relação entre o potencial matricial (ψ_m) por

“secamento”, tomando-se uma amostra de substrato inicialmente saturada de água e aplicando-se gradualmente tensões maiores, fazendo medidas sucessivas de umidade, em função da tensão (REICHARDT, 1985), sendo os dados de leitura ajustados ao modelo de VAN GENUCHTEN (1980), para determinação da armazenagem de água em cada substrato, utilizando-se a equação 1.

$$\theta_a = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha \cdot |\Psi_m|)^n]^m}, \text{ eq. 1.}$$

θ_a = capacidade de campo;

θ_r = ponto de murcha permanente, determinado no ajuste ao modelo de Van Genuchten;

Ψ_m = potencial matricial, sendo utilizado 0,33 atm para Substrato Convencional (argiloso)

e 0,10 atm para substrato Rendmax (textura mais grosseira).

α , n e m = valores determinados no ajuste ao modelo de Van Genuchten.

O armazenamento de água foi determinado pela equação 2.

$$h_{arm} = \frac{(\theta_{cc}\% - \theta_{pmp}\%)}{10} \cdot z \cdot f, \text{ eq. 2.}$$

$\theta_{cc}\%$ = capacidade de campo;

$\theta_{pmp}\%$ = ponto de murcha permanente;

z = altura do saquinho;

f = fator de disponibilidade de água, sendo considerado de 50%.

3.6.2. Macro e micronutrientes nos tecidos vegetais

Para realização das análises de macro e micronutrientes, foi feita a preparação das amostras, após terem sido secas à estufa com circulação de ar forçada a 72°C por um

período de 48 horas. Determinou-se o peso da matéria seca de cada amostra contendo as 6 plantas da parcela, sendo posteriormente moídas separadamente em moinhos tipo Wiley para análise foliar da parte aérea e da raiz.

As análises foram feitas no Laboratório de Análises do Solo da Universidade Federal de Uberlândia, segundo VETTORI (1979).

3.6.3. Altura de planta

Corresponde à distância do colo até o ponto de inserção do broto terminal da muda, obtendo-se, após a medida de todas as mudas úteis, a média da parcela, em cm;

3.6.4. 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, em mm;

3.6.5. Área foliar

Foi determinada 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, resulta na área foliar do par. Somando-se a área foliar de cada par obtém-se a área foliar da planta. Com os resultados das áreas foliares das

plantas da área útil da parcela, determina-se a média da parcela, em cm^2 (HUERTA, 1962; BARROS et al., 1973; GOMIDE et al., 1976);

3.6.6. Número de pares de folhas

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

3.6.7. Volume do sistema radicular

Foi determinado em proveta com quantidade conhecida de água, onde foi mergulhado todo sistema radicular após ter sido lavado e retirada a água superficial por meio de ventilação com ar frio. O volume foi obtido pela diferença entre o volume anterior e posterior ao mergulho do sistema radicular na água, sendo determinado em todas as mudas da área útil da parcela, obtendo-se uma média no final, em cm^3 .

3.6.8. Matéria seca da parte aérea e do sistema radicular

Foram obtidos após secagem em estufa de circulação forçada a 72°C , por 48 horas. Foi determinada a matéria seca por parcela com posterior obtenção da média por planta, em g (HUNTER, 1974);

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Curvas de retenção de umidade

Na Figura 1, observa-se as curvas de retenção de umidade para o substrato e adubação convencional, Substrato Convencional com Osmocote[®], Rendmax com adubação convencional e Rendmax com Osmocote[®].

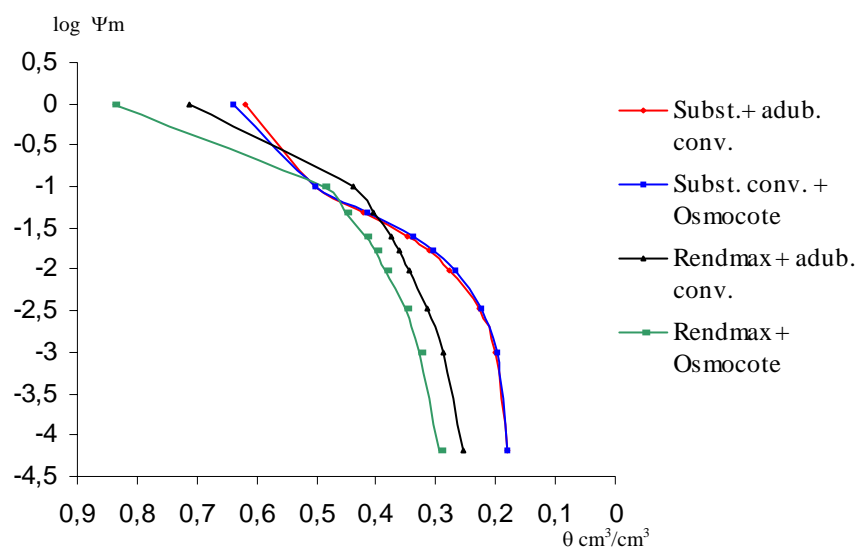


Figura 1 – Curvas de retenção de umidade nos substratos e adubos utilizados.

O armazenamento de água, encontrado para o substrato e adubação convencional, Substrato Convencional com Osmocote[®], Rendmax com adubação convencional e Rendmax com Osmocote[®], foram respectivamente 5,12mm, 4,40mm, 12,8mm e 11,93mm, Figura 1. Observou-se que o substrato Rendmax possui água mais facilmente retirada pelas plantas, além de uma maior capacidade de armazenamento, provavelmente pela menor quantidade de microporos que as partículas mais grosseiras deste substrato proporcionam e pela presença da vermiculita que tem característica de reter umidade. Essa menor tensão de retenção de água do Rendmax, poderá acarretar necessidade de uma maior frequência de irrigação, necessitando esse aspecto ser mais bem elucidado em outros trabalhos.

O Osmocote[®], por ser recoberto por uma camada de resina orgânica que absorve umidade e libera lentamente essa água e os nutrientes, teve atuação na retenção de umidade de ambos os substratos, principalmente no Rendmax, fazendo com que aumentasse a retenção de água.

4.2. Características fitotécnicas

Os resultados das análises de variância para as características, altura de planta, diâmetro de caule, número de pares de folhas, peso de matéria seca de raiz, peso de matéria seca da parte aérea, área foliar e volume de raiz, são apresentados na Tabela 3. Observou-se efeito significativo pelo teste de F a 1% de probabilidade, para substrato utilizado em todas as características avaliadas. Quanto ao adubo utilizado, observou-se efeito significativo pelo teste de F a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas exceto para a característica volume de raiz que não apresentou diferença significativa. A

interação entre substrato e adubação, foi significativa pelo teste de F a 1% de probabilidade para as características altura de planta e peso de matéria seca de raiz e significativa pelo teste de F a 5% de probabilidade para peso de matéria seca da parte aérea.

Tabela 3 – Resumos das análises de variância sobre as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, número de pares de folhas, peso de matéria seca de raiz, peso de matéria seca da parte aérea, área foliar e volume de raiz de mudas de cafeeiro em saquinhos. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Fontes de Variação	G L	Quadrados Médios						
		Altura Planta	Diâmetro Caule	N ^o pares de Folha	Peso M. Seca Raiz	Peso M. Seca Aérea	Área Foliar	Volume de Raiz
Bloco	3	4,276ns	0,109ns	0,033ns	0,061ns	1,192ns	1721,79ns	3,451ns
Substrato (S)	1	128,053**	1,035**	2,755**	13,711**	105,077**	47696,68**	374,083**
Adubação (A)	5	31,047**	0,265**	0,412**	0,632**	29,402**	14142,00**	13,921ns
Interação (SxA)	5	6,963**	0,082ns	0,091ns	0,489**	4,760*	1347,88ns	5,408ns
Resíduo (R)	33	1,598	0,061	0,113	0,115	1,429	706,13	7,391
Cv (%)		7,50	7,52	7,27	16,07	12,84	12,46	25,94

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.
ns, não significativo pelo teste de F.

A Tabela 4 apresenta os resultados médios para as características diâmetro de caule, número de pares de folhas, área foliar e volume de raiz, avaliadas no experimento. Verifica-se que o substrato Rendmax Café[®], apresentou resultados superiores ao Substrato Convencional em todas as características apresentadas. Isto provavelmente ocorreu devido aos componentes do substrato Rendmax Café[®] utilizado proporcionarem condições mais favoráveis de umidade e aeração ao desenvolvimento das mudas.

A casca de pinus é um material muito utilizado na composição de substratos em países europeus e nos Estados Unidos. Por ser um material orgânico, sua decomposição vai ocorrendo com o desenvolvimento das mudas (GONÇALVES, 1995). Suas principais

características são baixa densidade, facilidade de drenagem e granulometria variável (pó fino a 1 cm). Essa composição permite observar que a casca de pinus e a perlita conferem uma textura mais grosseira ao substrato, reduzindo seu nível de compactação e aumentando a drenagem interna e a aeração de raízes. A vermiculita também entra na composição do substrato com a função principal de aumentar a absorção de água. Desta forma, há um equilíbrio entre aeração e armazenamento de água que favorece o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, da muda inteira.

Tabela 4 – Resultados médios¹ para diâmetro do caule, número de pares de folhas, área foliar e volume de raiz de mudas de cafeeiro, produzidas em saquinhos, em função do substrato utilizado. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Substrato	Diâmetro de Caule (mm)	Número de Pares de Folhas	Área Foliar (cm ²)	Volume de Raízes (cm ³)
Rendmax Café [®]	3,438 a	4,861 a	244,749 a	2,212 a
Substrato Convencional	3,144 b	4,382 b	181,704 b	1,281 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nas Tabelas 5 e 6, nota-se, em relação à altura de planta e ao peso da matéria seca da parte aérea, respectivamente, que os resultados obtidos ao utilizar o substrato Rendmax Café[®] foram superiores. A resposta da adubação depende do substrato utilizado, os menores resultados foram obtidos quando se utilizou a adubação associado ao Substrato Convencional e ao Rendmax Café[®]. Com a utilização do Osmocote[®] em qualquer formulação obteve-se resultados semelhantes estatisticamente. Dentre as formulações de Osmocote[®] quando associadas ao substrato Rendmax Café[®], a 14-14-14 proporcionou resultados inferiores quanto ao peso de matéria seca da parte aérea, embora não diferenciou-se estatisticamente das misturas 14-14-14 + 15-09-12 e 22-04-08 + 14-14-14.

A superioridade do substrato Rendmax Café[®] em relação ao convencional quando associado à adubação com Osmocote[®], provavelmente se deve a estruturação do substrato favorável ao desenvolvimento radicular, associada à liberação lenta dos elementos promovida pela resina que envolve os grânulos do Osmocote[®].

Tabela 5 – Resultados médios¹ para altura de mudas de cafeeiro, produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substratos	
	Rendmax Café [®]	Convencional
Osmocote [®] 22-04-08*	20,36 a A	15,26 ab B
Osmocote [®] 14-14-14*	17,76 a A	14,88 ab B
Osmocote [®] 15-09-12*	20,08 a A	15,60 ab B
Osmocote [®] 14-14-14** +15-09-12***	20,30 a A	16,36 a B
Osmocote [®] 22-04-08**** +14-4-14****	19,45 a A	16,06 a B
Adubação convencional	12,98 b A	13,18 b A

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Resultados médios¹ para peso matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substratos	
	Rendmax Café [®]	Convencional
Osmocote [®] 22-04-08*	2,17 a A	1,43 a B
Osmocote [®] 14-14-14*	1,62 b A	1,17 ab B
Osmocote [®] 15-09-12*	2,05 a A	1,35 ab B
Osmocote [®] 14-14-14** +15-09-12***	2,04 ab A	1,44 a B
Osmocote [®] 22-04-08**** +14-14-14****	1,93 ab A	1,49 a B
Adubação convencional	0,99 c A	0,95 b A

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 7 mostra os resultados médios do peso de matéria seca de raízes em relação aos tratamentos aplicados. Os melhores resultados foram obtidos quando se utilizou Rendmax Café[®], para todas as formulações de Osmocote[®], e para o mesmo substrato, resultados inferiores foram obtidos quando utilizou-se a adubação convencional, embora não teve-se diferença significativa da formulação de Osmocote[®] 22-04-08 e mistura 22-04-08 + 14-14-14. Ao utilizar a adubação convencional, não houve diferença significativa entre os substratos. As adubações utilizadas no Substrato Convencional, não exerceram influência sobre esta característica.

Tabela 7- Resultados médios¹ para peso de matéria seca de raízes de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substratos	
	Rendmax Café [®]	Convencional
Osmocote [®] 22-04-08*	0,399 bc A	0,240 a B
Osmocote [®] 14-14-14*	0,530 a A	0,222 a B
Osmocote [®] 15-09-12*	0,462 ab A	0,231 a B
Osmocote [®] 14-14-14** +15-09-12***	0,514 ab A	0,335 a B
Osmocote [®] 22-04-08**** +14-14-14****	0,412 abc A	0,298 a B
Adubação convencional	0,327 c A	0,249 a A

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 pode-se ver os resultados médios para as características diâmetro de caule, número de pares de folhas, área foliar e volume de raízes das mudas.

Quanto à característica diâmetro de caule, a adubação que proporcionou o melhor resultado foi a mistura de Osmocotes[®] 14-14-14 + 15-09-12, embora não diferencie-se estatisticamente das formulações 14-14-14, 15-09-12 e da mistura Osmocote[®] 22-04-08 +

14-14-14. O número de pares de folhas foi favorecido pela utilização do Osmocote[®], sendo todas as formulações superiores à Adubação Convencional, provavelmente pelo maior período de disponibilidade dos nutrientes, que são liberados lentamente. As diversas formulações de Osmocote[®] utilizadas propiciaram aumento da área foliar, sendo todas superiores à Adubação Convencional. Das formulações de Osmocote[®] utilizadas, a 14-14-14 proporcionou resultados inferiores às demais.

O volume de raízes não foi influenciado pela adubação, não havendo diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8- Resultados médios¹ para diâmetro de caule, número de pares de folhas, área foliar e volume de raízes de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Diâmetro de Caule (mm)	Número de Pares de Folhas	Área Foliar (cm ²)	Volume de Raízes (cm ³)
Osmocote [®] 22-04-08*	3,06 b	4,67 ab	246,57 a	1,670 a
Osmocote [®] 14-14-14*	3,39 ab	4,54 ab	190,91 b	1,927 a
Osmocote [®] 15-09-12*	3,33 ab	4,77 a	232,85 a	1,697 a
Osmocote [®] 14-14-14** +15-09-12***	3,54 a	4,92 a	239,68 a	1,917 a
Osmocote [®] 22-04-08**** +14-14-14****	3,33 ab	4,58 ab	232,18 a	1,905 a
Adubação convencional	3,09 b	4,25 b	137,17 c	1,365 a

* 5,46g/L; ** 1,64g/L ; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3. Concentração de nutrientes na matéria seca da parte aérea

Os resumos das análises de variância para concentração de nutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio,

magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco), são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Em relação aos substratos utilizados, observou-se diferença significativa pelo teste de F, a 1% de probabilidade, para os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês. Pelo mesmo teste, a 5% de probabilidade, observou-se diferença significativa para os teores de potássio e boro. Para teores de enxofre e zinco os substratos foram semelhantes Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Quanto ao adubo e interações entre substrato e adubo teve-se efeito significativo para teores de todos os elementos analisados (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco) pelo teste de F, a 1% de probabilidade, Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Resumo das análises de variância para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea de mudas de cafeeiro em saquinhos, UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Fontes de Variação	G L.	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	3	0,820ns	0,052ns	5,819ns	0,631*	0,191*	0,018ns
Substrato (S)	1	217,175**	3,152**	11,021*	90,201**	12,302**	0,000ns
Adubação (A)	5	58,670**	0,197**	29,871**	2,886**	0,415**	0,068**
Interação (SxA)	5	21,929**	0,715**	17,183**	2,189**	1,371**	0,065**
Resíduo (R)	33	2,099	0,053	2,626	0,198	0,059	0,009
Cv (%)		5,84	8,27	6,60	6,96	6,82	6,79

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

ns, não significativo pelo teste de F.

Tabela 10 – Resumo das análises de variância para os teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em saquinhos. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Fontes de Variação	G L.	Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	3	41,799ns	1,076ns	607119,917**	138,965ns	0,278ns
Substrato (S)	1	105,020*	567,188**	9705605,333**	51025,521**	4,0833ns
Adubação (A)	5	294,271**	15,921**	2273199,133**	3818,221**	47,433**
Interação (SxA)	5	51,071**	9,288**	1824294,583**	4864,121**	60,383**
Resíduo (R)	33	19,374	2,440	104358,432	235,602	5,535
Cv (%)		6,90	19,58	25,79	15,51	25,21

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

ns, não significativo pelo teste de F.

Na Tabela 11, tem-se o resultado médio de teores de N na parte aérea das mudas de cafeeiro. Observou-se maiores teores de N foram encontrados no Substrato Convencional provavelmente pela diluição deste elemento no interior das mudas produzidas com substrato Rendmax, que apresentaram maior desenvolvimento da parte aérea demonstrado pelo maior teor de matéria seca das mesmas, Tabela 6.

Avaliando-se o efeito da formulação, quanto ao teor de N, observou-se que o Osmocote® na formulação 22-04-08 foi superior em ambos os substratos, sendo favorecido quando adicionado ao Substrato Convencional, indicando que a adição de N ao substrato é favorável ao aumento da concentração deste elemento na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro.

Maiores teores de N, foram encontrados quando se utilizou o Substrato Convencional associado ao Osmocote® na formulação 22-04-08 e menores teores foram encontrados na associação do Rendmax Café® com Osmocote® na formulação 14-14-14.

Tabela 11- Teores médios¹ de N em g/Kg, na parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato				Médias
	Rendmax		Convencional		
Osmocote® 22-04-08*	28,65 a	B	30,95 a	A	29,80 a
Osmocote® 14-14-14*	17,75 c	B	27,75 bc	A	22,75 c
Osmocote® 15-09-12*	22,58 b	B	29,13 ab	A	25,85 b
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	22,25 b	A	24,08 d	A	23,16 c
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	23,25 b	B	25,43 cd	A	24,34 bc
Adubação convencional	21,60 b	B	24,28 d	A	22,94 c
Médias	22,68	B	26,93	A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 12, tem-se o resultado médio de teores de P na parte aérea das mudas de cafeeiro. Maiores teores foram encontrados no substrato Rendmax, provavelmente pela menor fixação deste elemento pelo substrato, visto que o solo utilizado para formulação do Substrato Convencional foi de subsolo de cerrado que pela sua composição, tradicionalmente tem característica de fixação de fósforo, reduzindo seu fornecimento à planta.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de P, maiores teores foram encontrados com a utilização do Osmocote® na formulação 22-04-08, provavelmente pelo tempo de liberação dos elementos por este adubo ser maior que os demais, reduzindo a possibilidade de fixação do P.

Maiores teores de P foram encontrados com a associação do Rendmax Café®, com a mistura das formulações de Osmocote® 22-04-08 + 14-14-14 embora não diferencie-se estatisticamente da formulação de Osmocote® 22-04-08, da mistura 14-14-14 + 15-09-12 e

na adubação convencional. Menores teores foram encontrados com a associação do Substrato Convencional com a mistura das formulações de Osmocote® 22-04-08 + 14-14-14, embora não tenha sido observada diferença estatística com a formulação de Osmocote® 15-09-12, da mistura 14-14-14 + 15-09-12 e na adubação convencional demonstrando a alta capacidade de fixação do P pelo Substrato Convencional.

Tabela 12- Teores médios¹ de P, em g/Kg, da parte aérea de mudas de café produzido em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato			Médias
	Rendmax	Convencional		
Osmocote® 22-04-08*	3,150 a A	2,875 ab	A	3,013 a
Osmocote® 14-14-14*	2,625 b B	3,150 a	A	2,888 ab
Osmocote® 15-09-12*	2,900 ab A	2,200 c	B	2,550 b
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	3,050 ab A	2,450 bc	B	2,750 ab
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	3,350 a A	2,100 c	B	2,725 ab
Adubação convencional	3,200 a A	2,425 bc	B	2,813 ab
Médias	3,045 A	2,533	B	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 13, tem-se o resultado médio de teores de K na parte aérea das mudas de café. Maiores teores de K foram encontrados no substrato Rendmax, provavelmente pela retenção na CTC do mesmo, evitando perdas excessivas por lixiviação e disponibilizando à planta de maneira gradual.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de K, a menor concentração foi encontrada na adubação convencional com Substrato Convencional, provavelmente pela menor retenção na CTC e a fonte utilizada possui liberação rápida, ao contrário das outras fontes que possuem liberação gradual dos elementos.

Tabela 13- Teores médios¹ de K, em g/Kg, na parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato				Médias
	Rendmax		Convencional		
Osmocote® 22-04-08*	24,375 a	A	24,625 ab	A	24,500 a
Osmocote® 14-14-14*	23,500 a	A	25,625 ab	A	24,563 a
Osmocote® 15-09-12*	26,500 a	A	27,000 a	A	26,750 a
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	25,375 a	A	25,875 ab	A	26,625 a
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	26,625 a	A	23,000 b	B	24,813 a
Adubação convencional	23,750 a	A	18,250 c	B	21,000 b
Médias	25,021	A	24,063	B	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 14, tem-se o resultado médio de teores de Ca na parte aérea das mudas de cafeeiro.

Maiores teores de Ca foram encontrados no Substrato Convencional, provavelmente pela adição de calcário dolomítico ao Substrato Convencional, aumentando a disponibilidade deste elemento para as mudas.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Ca, a maior concentração foi encontrada na adubação convencional, provavelmente pela maior adição deste elemento, visto que, os adubos superfosfato simples e o termofosfato que possuem Ca em suas constituições, que é liberado para as plantas de maneira assimilável, favorecendo a sua absorção.

Maiores teores de Ca foram encontrados com a associação do Substrato Convencional com a adubação convencional, embora não diferenciando-se estatisticamente

da associação do Substrato Convencional com as formulações de Osmocote® 14-14-14 e 15-09-12.

Tabela 14- Teores médios¹ de Ca, em g/Kg, na parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	5,650 a B	6,450 cA	6,050 bc
Osmocote® 14-14-14*	5,400 ab B	7,975 ab A	6,688 b
Osmocote® 15-09-12*	4,625 bc B	8,200 ab A	6,413 bc
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	4,550 bc B	7,525 b A	6,038 bc
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	3,925 c B	7,625 b A	5,775 c
Adubação convencional	6,025 a B	8,850 a A	7,438 a
Médias	5,029 B	7,771 A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 15, tem-se o resultado médio de teores de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro. Maiores teores foram encontrados no substrato Rendmax Café®, provavelmente pela maior quantidade fornecida pelo mesmo.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Mg, maiores concentrações foram encontradas nas adubações onde se forneceu maior quantidade de Mg, associados ao Rendmax.

Quando se utilizou o substrato Rendmax Café®, menores teores de Mg foram encontrados quando se associou o mesmo com a adubação convencional, embora não se diferenciou estatisticamente da utilização das formulações de Osmocote® 22-04-08 e 14-14-14.

Quando utilizou-se o Substrato Convencional, maiores teores de Mg foram encontrados quando utilizou-se a adubação convencional.

Tabela 15- Teores médios¹ de Mg, em g/Kg, da parte aérea de mudas de café produzido em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	4,000 abc A	3,350 b B	3,675 ab
Osmocote® 14-14-14*	3,925 bc A	2,850 bc B	3,388 bc
Osmocote® 15-09-12*	4,175 ab A	2,575 c B	3,375 bc
Osmocote® 14-14-14** + 15-09-12***	4,150 ab A	2,450 c B	3,300 c
Osmocote® 22-04-08**** + 14-14-14****	4,475 a A	2,950 bc B	3,713 ab
Adubação convencional	3,625 c B	4,100 a A	3,863 a
Médias	4,058 A	3,046 B	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 16, tem-se o resultado médio de teores de S na parte aérea das mudas de café. Não foram encontradas diferenças significativas entre substratos, provavelmente pela quantidade deste elemento fornecida pela matéria orgânica presente em ambos os substratos utilizados, não sendo este elemento um fator limitante para a utilização de qualquer dos substratos.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de S, maiores concentrações foram encontradas na formulação de Osmocote® 22-04-08 e na mistura de Osmocotes® 22-04-08 + 14-14-14, provavelmente pela maior concentração de N que favorece à formação de proteínas, que possui S em sua composição, fazendo com que maior quantidade de S seja absorvido.

Para o substrato Rendmax Café[®] maiores teores foram encontrados quando associado com a formulação de Osmocote[®] 22-04-08 e com a mistura 22-04-08 + 14-14-14.

Na utilização do Substrato Convencional, não houve diferença entre as adubações utilizadas.

Tabela 16- Teores médios¹ de S, em g/Kg, da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote [®] 22-04-08*	1,675 a A	1,425 a B	1,550 a
Osmocote [®] 14-14-14*	1,175 c B	1,400 a A	1,288 b
Osmocote [®] 15-09-12*	1,425 b A	1,350 a A	1,388 b
Osmocote [®] 14-14-14** +15-09-12***	1,325 bc B	1,475 a A	1,400 b
Osmocote [®] 22-04-08**** +14-14-14****	1,475 ab A	1,350 a A	1,413 ab
Adubação convencional	1,275 bc A	1,350 a A	1,313 b
Médias	1,392 A	1,392 A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 17, tem-se o resultado médio de teores de B na parte aérea das mudas de cafeeiro. Maiores teores de B foram encontrados na utilização do substrato Rendmax Café[®].

Avaliando-se adubação, maiores teores deste elemento foram encontrados na adubação convencional e com o Osmocote[®] na formulação 14-14-14, provavelmente pelo maior fornecimento.

Para o substrato Rendmax Café[®], maiores teores foram encontrados com a utilização da adubação convencional, já para o Substrato Convencional, maiores teores

foram encontrados quando utilizou-se a adubação convencional e Osmocote® nas formulações 14-14-14 e 22-04-08.

Tabela 17- Teores médios¹ de B, em mg/Kg, da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	62,000 b A	62,250 ab A	62,125 bc
Osmocote® 14-14-14*	65,500 b A	70,500 a A	68,000 ab
Osmocote® 15-09-12*	63,500 b A	57,250 b A	60,375 c
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	64,250 b A	56,250 b B	60,250 c
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	58,750 b A	57,000 b A	57,875 c
Adubação convencional	77,500 a A	70,500 a B	74,000 a
Médias	65,250 A	62,292 B	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 18, tem-se o resultado médio de teores de Cu na parte aérea das mudas de cafeeiro. Maiores teores foram encontrados no Substrato Convencional, provavelmente pela retenção desse elemento na matéria orgânica sendo liberada durante sua decomposição.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Cu, maiores concentrações foram encontradas na adubação convencional e com a mistura de Osmocote® nas formulação 22-04-08 + 14-14-14, provavelmente pela quantidade fornecida por tais adubos.

Na utilização do substrato Rendmax Café® não houve diferença entre os teores deste elemento entre as adubações utilizadas, já quando se utilizou o Substrato

Convencional, maiores teores foram encontrados com a utilização da adubação convencional e a mistura de Osmocote® 22-04-08 + 14-14-14.

Tabela 18- Teores médios¹ de Cu, em mg/Kg, da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	4,250 a B	9,500 c A	6,875 b
Osmocote® 14-14-14*	4,500 a B	10,250 bc A	7,375 b
Osmocote® 15-09-12*	4,250 a B	10,500 bc A	7,375 b
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	4,250 a B	9,500 c A	6,875 b
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	5,000 a B	13,000 ab A	9,000 ab
Adubação convencional	5,000 a B	15,750 a A	10,375 a
Médias	4,542 B	11,417 A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L ; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 19, tem-se o resultado médio de teores de Fe na parte aérea das mudas de cafeeiro. Maiores teores foram encontrados no Substrato Convencional, provavelmente devido a qualidade da matéria orgânica proveniente do esterco de bovinos e de frangos.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Fe, maiores concentrações foram encontradas na adubação convencional e com a mistura de Osmocote® nas formulação 22-04-08 + 14-14-14, provavelmente pela maior quantidade desse elemento fornecida na adubação e presente no substrato Rendmax Café®.

Para o substrato Rendmax Café® não houve diferença entre as adubações para teores deste elemento. Para o Substrato Convencional, maiores teores foram encontrados na utilização da adubação convencional.

Tabela 19- Teores médios¹ de Fe, em mg/Kg, da parte aérea de mudas de caféiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	688,750 a B	1238,750 c A	963,750 b
Osmocote® 14-14-14*	863,000 a A	1150,500 c A	1006,750 b
Osmocote® 15-09-12*	763,500 a A	1092,250 c A	927,875 b
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	779,000 a A	825,250 c A	802,125 b
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	770,500 a B	2573,000 b A	1671,750 a
Adubação convencional	952,500 a B	3333,500 a A	2143,000 a
Médias	802,875 B	1702,208 A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 20, tem-se o resultado médio de teores de Mn na parte aérea das mudas de caféiro. Maiores teores foram encontrados no substrato Rendmax, provavelmente pelo menor pH, visto que estes fatores promovem uma maior absorção deste elemento pelas plantas, concordando com MALAVOLTA (1986).

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Mn, maiores concentrações foram encontradas na adubação com Osmocote® nas formulação 22-04-08 e 14-14-14, provavelmente por ter sido fornecido pelo Osmocote® 22-04-08 e apresentar uma melhor relação com os demais nutrientes.

Na utilização do substrato Rendmax Café® maiores teores deste elemento foram encontrados quando se utilizou Osmocote® nas formulações 22-04-08 e 14-14-14.

Para a utilização do Substrato Convencional, não houve diferença entre as adubações utilizadas.

Tabela 20- Teores médios¹ de Mn, em mg/Kg, da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato				Médias
	Rendmax		Convencional		
Osmocote® 22-04-08*	187,250 a	A	80,250 a	B	133,750 a
Osmocote® 14-14-14*	171,500 a	A	50,250 a	B	110,875 ab
Osmocote® 15-09-12*	115,000 b	A	57,000 a	B	86,000 cd
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	119,750 b	A	67,750 a	B	93,750 bc
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	135,250 b	A	63,750 a	B	99,500 bc
Adubação convencional	60,750 c	A	79,250 a	A	70,000 d
Médias	131,583	A	66,375	B	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 21, tem-se o resultado médio de teores de Zn na parte aérea das mudas de cafeeiro. Não foram encontradas diferenças significativas entre os substratos.

Avaliando-se o efeito de adubação, quanto ao teor de Zn, maior concentração foi encontrada na adubação com Osmocote® na formulação 15-09-12, embora não tenha diferença estatística entre as formulações de Osmocote® 22-04-08, 14-14-14 e com a mistura de Osmocote® nas formulação 22-04-08 + 14-14-14, provavelmente por esse elemento ter sido fornecido em quantidades suficientes para as mudas.

Na utilização do substrato Rendmax Café®, maiores teores deste elemento foram obtidos com a utilização da formulação de Osmocote® 22-04-08.

Para utilização do Substrato Convencional maiores teores foram encontrados quando se utilizou a formulação de Osmocote® 15-09-12, embora não se diferenciou estatisticamente da formulação 14-14-14.

Tabela 21- Teores médios¹ de Zn, em mg/Kg, da parte aérea de mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos, em função do substrato e da adubação. UFU, Uberlândia, MG, 2000.

Formulação	Substrato		Médias
	Rendmax	Convencional	
Osmocote® 22-04-08*	16,00 a A	6,25 c B	11,125 a
Osmocote® 14-14-14*	9,25 bc B	12,75 ab A	11,000 a
Osmocote® 15-09-12*	10,25 b B	14,00 a A	12,125 a
Osmocote® 14-14-14** +15-09-12***	8,50 bc A	4,75 c B	6,625 b
Osmocote® 22-04-08**** +14-14-14****	9,25 bc A	8,00 bc A	8,625 ab
Adubação convencional	4,50 c B	8,50 bc A	6,500 b
Médias	9,625 A	9,042 A	

* 5,46g/L; ** 1,64g/L ; *** 3,82g/L; **** 2,73g/L

¹ Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

1. O substrato Rendmax Café[®] proporcionou maior desenvolvimento das mudas do cafeeiro em saquinhos, em relação ao Substrato Convencional;
2. Maiores concentrações de P, K, Mg, B e Mn na parte aérea, foram encontradas quando se utilizou o substrato Rendmax Café[®], enquanto as maiores concentrações de N, Ca, Cu e Fe, foram encontradas quando se utilizou o Substrato Convencional. Os substratos apresentaram teores de S e Zn similares na matéria seca da parte aérea;
3. As formulações de liberação lenta (Osmocote[®]), exerceram efeito positivo sobre as mudas produzidas em saquinhos, exceto para volume de raiz;
4. O melhor desenvolvimento das mudas ocorreu com o Osmocote[®] na mistura das formulações 14-14-14 + 15-09-12 (1,64 g/L e 3,82 g/L) e com as formulações 15-09-12 (5,46 g/L) e 22-04-08 (5,46g/L) que proporcionaram maiores teores de nutrientes na parte aérea de mudas de cafeeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R. S. et al. Determinação da área foliar de folhas de café (*Coffea arabica* L.) C. V. Bourbon Amarelo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.
- CAMPINHOS JUNIOR, E., IKEMORI, Y. K., MARTINS, F. C. G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucaliptus* sp. e *Pinus* sp. em recipientes plásticos rígidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1984. p. 350-365.
- COELHO, F. S. Nitrogênio no solo e na planta. In: INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA. **Fertilidade do solo**. 2.ed. Campinas, 1973. p.16-64.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação**. Lavras, 1999. 359p.

- 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 CAFEEIRAS, 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.
- FRANCO, C. M. Translocação lateral do N, P e K no cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. **Anais...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1983. p.1-2.
- 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.
- GONÇALVES, A. L. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Coord.) **Produção de mudas de qualidade em horticultura.** São Paulo: Fundação Salin Farah Maluf, 1995. p. 53-57.
- GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Coord.) **Produção de mudas de qualidade em horticultura.** São Paulo: Fundação Salin Farah Maluf, 1995. p. 107-115.
- 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.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Produção de mudas de café: coeficiente técnico da fase de viveiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 5-10, 1989.

- HAAG, H. P. **Evolução do uso de fertilizantes nas culturas do cafeeiro, cana de açúcar e sorgo.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. 184 p.
- 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.
- HUNTER, A. H. **Laboratory na analysis of vegetal tissues samples:** international soil fertility and improvment laboratory procedures Raleigh. Raleigh: North Caroline State University, Departament of Soil Scienc, 1974. (Mimeografado).
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Modelo tecnológico para o café no Paraná.** Londrina, 1991. 8 p (Informe de pesquisa, 97).
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T. (Coord.) **Nutrição mineral e adubação dos citros.** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1979. p. 13-70. (Boletim Técnico, 5).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba, Ceres, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO, Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 165-274.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MALAVOLTA, E. & VIOLANTE NETTO. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros.** Piracicaba, POTAFOS, 1989. 153p.
- MATIELLO, J. B. **O café:** do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.
- MONIZ, A. C. Composição química e estrutura dos minerais de argila. In: MONIS A. C. (Coord.) **Elementos de pedologia.** São Paulo: USP/Polígono, 1972. p. 29-44.

- MORAES, F.R.P. de. Adubação do cafeeiro macronutrientes e adubação orgânica. In: MALAVOLTA, E. (Coord.) **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p. 77-99.
- OLIVEIRA, P. S. R., GUALBERTO, R., FAVORETO, A. J. Efeito do osmocote adicionado ao substrato plantmax na produção de mudas de café em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu. **Anais...** Brasília: MAA-PROCAFÉ, 1995. p. 70-72.
- OLIVEIRA, J. A. de. Influência de tipos de mudas na formação e produção de lavouras cafeeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., Maringá, 1989. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p. 32.
- PAIVA, L. C. et al. Estudo de tipos de fertilizantes Osmocotes na produção de mudas de cafeeiro(*Coffea arabica* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Trabalhos apresentados...** Manhuaçu - MAA/Procafé/PNFE, 1997. p 225-226.
- PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: SAEAFS , 1996. 446P.
- REICHARDT, K. **Processos de transferências no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 466p.
- REJOVOT, S. A. **Cultivos bajo condiciones forzadas – nociones generales**. [S.I.]: Ediciones Mundi – Prensa, 1994. p. 17-33.
- STURION, J. A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão da qualidade de mudas de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. 18 p. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 3).

- THEODORO V. C. de A. et al. Uso do vermicomposto na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Resumos...** Manhuaçu - MAA/Procafé/PNFE, 1997.p. 164 - 166.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil. Sci. Soc. of America Journal, Madison, v.41. 1980. p. 892-898.
- VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba. Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solos.** Brasília: Ministério da Agricultura, EMBRAPA, 1979. 34 p (Boletim técnico, 7).