

**ADUBAÇÃO LÍQUIDA NA IMPLANTAÇÃO  
DA LAVOURA CAFEIRA (*Coffea arabica* L.)**

**ALYSSON VILELA FAGUNDES**

**2006**

**ALYSSON VILELA FAGUNDES**

**ADUBAÇÃO LÍQUIDA NA IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA  
CAFEIEIRA (*Coffea arabica* L.)**

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

Orientador

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006**

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

Fagundes, Alysson Vilela

Adubação líquida na implantação da lavoura cafeeira (*Coffea arabica*  
L.) / Alysson Vilela Fagundes. Lavras: UFLA, 2006.

41 p. : il.

Orientador: Rubens José Guimarães

Dissertação (Mestrado) – UFLA

Bibliografia.

1. Cafeeiro. 2. Adubação fluida. 3. Implantação de lavoura. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-333.73891

**ALYSSON VILELA FAGUNDES**

**ADUBAÇÃO LÍQUIDA NA IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA  
CAFEEIRA (*Coffea arabica* L.)**

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

APROVADA em 25 de agosto de 2006

Profa. Dra. Janice Guedes de Carvalho	UFLA
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Pesq. Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho	EPAMIG

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
UFLA  
(orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais,  
Arnon Fagundes e Maria Bernadete Vilela Fagundes.

**DEDICO**

À minha irmã,  
Alessandra Vilela Fagundes Lemos  
Aos meus sobrinhos,  
Letícia e Lucas Fagundes Lemos  
À minha namorada, Izaara Carvalho Alvarenga  
**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois, sem ele, nada disso seria possível;

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao CNPq e à Embrapa, pela concessão das bolsas de estudo.

Ao professor Dr. Rubens José Guimarães, pela orientação e amizade.

À professora Dra Janice Guedes de Carvalho, pela essencial contribuição e sugestões.

Ao professor Dr. Élberis Pereira Botrel, pelas sugestões, convívio e amizade.

Aos amigos da Fundação Procafé: Antônio Wander, Saulo, Roque, Navantino, André, Leonardo, Rodrigo e Ana Carolina.

Aos amigos da Embrapa: Lílian e Carlos Henrique.

Aos estagiários Rodrigo (Pinto) e Marcelo (Balde).

Aos funcionários da Fazenda Cascata. em especial a José Sebastião (Zé Tião).

A todas as pessoas que participaram desta importante conquista,

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	Pg
<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>2</b>
2.1 Absorção dos nutrientes pelo cafeeiro .....	2
2.2 Comportamento dos nutrientes minerais nitrogênio e potássio .....	4
2.3 A adubação com N e K.....	6
2.4 Adubação fluida.....	7
2.5 Doses e épocas de adubações .....	10
2.6 Economia no uso da adubação fluida .....	12
2.7 O nitrogênio e a clorofila .....	14
2.8 Padrões de crescimento do cafeeiro .....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 Área experimental .....	17
3.2 Delineamento experimental .....	17
3.3 Caracterização do experimento.....	18
3.4 Condução do experimento .....	23
3.5 Características avaliadas .....	25
3.7 Análise estatística.....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
4.1 Avaliação das características de crescimento .....	26
4.1.1 Altura das plantas.....	26
4.1.2 Diâmetro de copa.....	28
4.2 Teor de clorofila na folha.....	28
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>29</b>
A) Economia de mão-de-obra.....	29



<b>B) Nutrição mineral da planta e a cercosporiose.....</b>	<b>30</b>
<b>    Incidência de cercosporiose .....</b>	<b>31</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## RESUMO

FAGUNDES, Alysson Vilela. **Adubação líquida na implantação da lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.)**. 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

A adubação do cafeeiro é uma das práticas culturais que mais oneram o custo de produção e é tradicionalmente realizada com a utilização de adubos de formulação sólida. Todavia, alguns cafeicultores do Cerrado mineiro têm usado adubos líquidos com aparente sucesso e redução do custo de produção. A fim de avaliar esta nova alternativa, instalou-se o presente experimento, visando comparar a eficiência nutricional e a viabilidade econômica da adubação líquida em relação à adubação convencional sólida. O ensaio foi instalado em esquema fatorial 2 x 5 x 4, com três repetições, no delineamento de blocos ao acaso (DBC), em uma lavoura recém-plantada da cultivar Topázio MG1190, na Fazenda Cascata, município de Boa Esperança, MG. Foram utilizados dois modos de adubar (sólido ou líquido) e cinco doses de NK (50%, 75%, 100%, 125% e 150% da recomendação padrão para a região) aplicadas em 2, 4, 8 ou 12 parcelamentos. Os parâmetros analisados foram: altura de planta, diâmetro da copa e teor de clorofila. Constatou-se que a adubação líquida proporcionou maior crescimento vegetativo e menor custo econômico que a adubação sólida. O teor de clorofila foi semelhante para ambos os tratamentos e a incidência de cercosporiose apresentou um índice de infecção considerado baixo, de, aproximadamente, 3%, sendo similar para os dois tipos de adubação.

**Orientador:** Rubéns José Guimarães.

## ABSTRACT

FAGUNDES, Alysson Vilela. **Liquid fertilization in the establishment of coffee crop (*Coffea arabica* L.)**. 2006. 54 p. Dissertation (Master in Crop Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.

Coffee fertilization is one of the cultural practices which raises the most production cost and is traditionally accomplished with the use of solid formulation. Although, some coffee growers of the Minas' Cerrado (savanna-like vegetation) have used liquid fertilizers with apparent success and reduction of production cost. In order to evaluate this new alternative, the present experiment was set up, aiming to compare the nutritional efficiency and economic viability of liquid fertilization relative to conventional solid fertilization. The trial was set up in a factorial scheme 2 x 5 x 4, with three replicates in the randomized block design (RBD) in a newly planted crop of cultivar Topázio MG1190, on the Cascata Farm, town of Boa Esperança, MG. Two ways of fertilizing were utilized (solid or liquid) and five doses of NK (50%, 75%, 100%, 125% and 150% of the standard recommendation for the region) applied into 2, 4, 8 or 12 splits. The investigated parameters were: plant height, crown diameter and chlorophyll content. It was found liquid fertilization provided greater vegetative growth and smaller economic cost than solid fertilization. Chlorophyll fertilization was similar to both treatments and black mould incidence presented an infection index regarded as low of about 3%, its being similar to both kinds of fertilization

**Adviser:** Rubens José Guimarães.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e, para ocupar essa colocação com uma boa viabilidade econômica, os produtores necessitam de lavouras altamente produtivas. Nas últimas três décadas tem-se constatado que as commodities agrícolas tradicionais, como o café, requerem escalas de produção para compensar a queda de preços, bem como os custos crescentes de produção que resultam na redução das margens de lucro. Por esse motivo, torna-se importante a adoção de estratégias para aumentar a produtividade e, conseqüentemente, a margem de lucro.

Atualmente, as recomendações de adubação no Brasil são baseadas em análises de solo e folha, visando à obtenção de maior lucratividade por área cultivada.

Mediante a diminuição das receitas líquidas, em função dos baixos preços, os cafeicultores reduzem os custos variáveis e, dentre eles, a adubação. Visando encontrar soluções para o problema do alto custo dos fertilizantes, alguns cafeicultores têm procurado alternativas, como a adubação líquida, que, segundo relatos, tem se mostrado mais eficiente que a adubação convencional, reduzindo perdas e melhorando a operacionalidade de aplicação. Tais fertilizantes líquidos surgiram há cerca de 30 anos no mercado norte-americano e, desde então, sua participação no mercado vem aumentando ano a ano.

Este trabalho teve por objetivo comparar a eficiência da adubação líquida em relação à adubação sólida convencional, por meio da análise de crescimento e teor de clorofila, em cafeeiros recém-plantados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Absorção dos nutrientes pelo cafeeiro

De acordo com Malavolta et al. (1993), extração de nutrientes é a quantidade de minerais que a planta retira do solo e que está contida em todas as suas partes (raízes, caule, ramos, folhas, flores e frutos). Já exportação é a quantidade de nutrientes extraídos que é retirada da planta, como, por exemplo, os frutos.

Malavolta (1980) define os termos absorção, transporte ou translocação e redistribuição da seguinte forma:

- ✓ absorção: é a entrada de um nutriente ou elemento na forma iônica ou molecular no espaço intercelular ou em qualquer região ou organela da célula viva ou morta;
- ✓ transporte ou translocação: é a transferência de um nutriente ou elemento de um órgão ou região de absorção para outro qualquer;
- ✓ redistribuição: é o movimento do nutriente ou elemento de uma região ou órgão de acumulação para outra ou outro qualquer.

A absorção iônica radicular, descrita por Malavolta (1980), é de fundamental importância para o presente trabalho, por explicar as diversas relações entre os nutrientes.

M (fase sólida)  $\rightleftharpoons$  M (solução do solo)  $\rightleftharpoons$  M (raiz)  $\rightleftharpoons$  M (parte aérea)

O esquema acima representa o sistema solo planta, no qual a fase sólida é representada pelo solo e está continuamente cedendo íons para a planta.

A passagem do íon da fase sólida para a interface solução-raiz pode se dar por três processos, que são:

- ✓ interceptação radicular: processo pelo qual, à medida que as raízes crescem, elas entram em contato com os nutrientes presos à fase sólida e estabelecem combinações químicas com esses e os absorvem, trocando com o solo íons produzidos por elas;
- ✓ fluxo de massa: é o caminhar de um elemento numa fase aquosa móvel, com a mesma velocidade de toda a solução. À medida que as raízes absorvem água, ou seja, a solução do solo estabelece-se, um gradiente de tensão de água no terreno e a solução move-se para a superfície da raiz;
- ✓ difusão: é o caminhar do íon em distâncias muito curtas numa fase aquosa estacionária de uma região de maior concentração para outra de menor concentração, criando, então, o gradiente, ao longo do qual o elemento se difunde.

A planta de café acumula matéria seca continuamente, dos 6 aos 78 meses de idade. As exigências nutricionais do cafeeiro até 1,5 ano de idade são pequenas, aumentando bastante a partir daí e até 2,5 anos de idade, quando as adubações têm que suprir, além da vegetação, também a produção (Malavolta, 1993).

Para Malavolta (1980), durante o desenvolvimento da cultura, a extração de N, e K não se faz nas mesmas quantidades durante os vários estágios do desenvolvimento da planta. A extração de nutrientes em função do tempo, ou seja, a marcha de absorção da lavoura cafeeira ao longo dos anos é, em geral, uma sigmóide. Quando a planta é jovem, a absorção de nutrientes do solo ou

substrato é muito pequena, passando para um período em que as quantidades absorvidas aumentam bastante, aproximando-se de uma reta. Já quando a planta está madura, perto da colheita, a absorção é muito pequena ou até mesmo nula.

Matiello et al. (2002) citam que ensaios realizados em Varginha, MG, em lavouras das cultivares Mundo Novo e Catuaí, na fase de formação, as exigências nutricionais, desde a muda até a idade de 18 meses, aumentaram de maneira quase geométrica e que os nutrientes mais exigidos foram o nitrogênio e o potássio.

## **2.2 Comportamento dos nutrientes minerais nitrogênio e potássio**

De acordo com Faquin (2001), as plantas são capazes de absorver nutrientes de diferentes formas e, ao se considerar o nitrogênio e o potássio, têm-se:

. **nitrogênio (N):** pode ser absorvido na forma de  $N_2$ , no caso das leguminosas, pela fixação biológica de nitrogênio; na forma de uréia e na forma mineral como aminoácidos,  $NH_4^+$  e  $NO_3^-$  sendo esta última predominante em condições naturais, devido aos processos de nitrificação. Ambas as formas são rapidamente absorvidas pelas raízes das plantas e a maior absorção de uma forma em relação à outra é devido a variações de pH do meio. O nitrogênio absorvido pelas raízes é transportado para a parte aérea da planta através dos vasos do xilema, via corrente transpiratória. A forma pela qual o N é transportado depende da forma como foi absorvido e assimilado. Portanto, N-  $NO_3^-$  e aminoácidos são as principais formas de transporte de N no xilema das plantas superiores. A sua redistribuição na planta via floema ocorre facilmente na forma de aminoácidos.

Sendo o nitrogênio o nutriente mais exigido pelo cafeeiro, pois é componente da clorofila, enzimas, proteínas estruturais, ácidos nucléicos e

outros compostos orgânicos, sua adequada concentração na planta ocasiona um crescimento rápido e a formação de folhas verdes e brilhantes. Com isso, diversos trabalhos ressaltam a importância deste elemento. É o que sugerem Nazareno et al. (2003), quando afirmaram, em relação a um experimento realizado com a cultivar Rubi MG 1192, durante o primeiro ano após o transplante, que tanto o número de ramos plagiotrópicos quanto o número de nós com gema por planta responderam à adubação nitrogenada. Já Prezotti & Rocha (2003) concluíram, em trabalho realizado em uma lavoura em produção, cultivada no sistema adensado, que a menor dose de N utilizada (100 kg/ha) foi satisfatória para manter adequados os teores foliares deste nutriente e garantir uma produtividade de 40 sacas por hectare;

. **potássio (K):** a principal forma de K nos solos é a mineral, encontrada na rede cristalina dos minerais primários – feldspato, micas como a muscovita e biotita e nos minerais secundários –, argila do tipo 2:1, ilita e vermiculita. O grau de intemperização no solo afeta os minerais e as formas existentes no mesmo (Faquin, 2001). Como o potássio é o segundo nutriente mais exigido pelo cafeeiro, a introdução de cultivares, ou cultivares melhoradas geneticamente, com alto potencial de produção, e a exaustão das reservas de K naturais do solo tem compelido a uma maior demanda da aplicação de fertilizantes potássicos nos países tropicais (Nogueira et al., 2001). O K, na solução do solo, aparece na forma iônica  $K^+$ , forma essa absorvida pelas raízes das plantas. O potássio é bastante permeável na membrana plasmática, o que o torna facilmente absorvido e transportado a longas distâncias, pelo xilema e pelo floema.

Em solos com níveis baixos de K, os cafeeiros respondem frequentemente à aplicação dos fertilizantes potássicos e, em outros com níveis altos desse nutriente, a planta não é responsiva em cultivos de curta e, eventualmente, de longa duração (Silva, 1995). Esta questão já havia sido



abordada por Lopes (1983) que afirmou que, nos solos “sob cerrado”, as reservas de K não são suficientes para suprir as necessidades extraídas pelas culturas por um longo período de tempo e, portanto, a sua reposição deve ser feita por meio de adubação potássica.

A justificativa de Nogueira et al. (2001) para que seja atendida a necessidade real de K pelo cafeeiro é que o potássio estimula o desenvolvimento da raiz, o alongamento dos colmos, ativa cerca de 60 enzimas, controla a turgidez das plantas, o transporte de açúcar e amido, auxilia na formação de proteína, oferece a planta maior resistência a doenças, propicia melhor qualidade dos produtos vegetais e está envolvido em muitas outras funções.

### **2.3 A adubação com N e K**

A adubação tem a finalidade de fornecer, de forma complementar, os nutrientes requeridos pela lavoura cafeeira. A fertilidade ou a disponibilidade de nutrientes do solo decorrem da liberação que ocorre do material de origem do solo, mais o suprimento por chuvas (N e S), mais a decomposição da matéria orgânica natural do solo ou a reciclagem do mato e de folhas/galhos e raízes do cafeeiro, mais resíduos de adubos aplicados em anos anteriores (Matiello et al., 2006).

Fornecer nutrientes ao cafeeiro via adubação e calagem é uma prática comum e necessária, uma vez que, atualmente, as lavouras cafeeiras, na grande maioria, são implantadas em solos pobres, como os ‘cerrados’, ou empobrecidos pelo mau uso anterior (Matiello et al., 2002). Esses mesmos autores relataram a importância da adubação de cobertura, principalmente com relação ao nitrogênio e ao potássio.

O potássio deve ser usado sempre que o solo contiver valores inferiores a  $160 \text{ mg/dm}^3$  do nutriente. Altas doses de potássio nessa fase devem ser

parceladas, uma vez que, faltando umidade no solo, esse nutriente pode causar morte das plantas jovens pelo seu efeito salino.

Segundo Raij et al. (1996), durante a formação do cafeeiro, deve-se aplicar 4 gramas de nitrogênio por cova em cobertura a cada adubação, desde o início das brotações até o término do período chuvoso. De maneira semelhante, Ribeiro et al. (1999) recomendam a aplicação de 3 a 5 gramas de nitrogênio por cova da mesma maneira. Já segundo Matiello et al. (2005), as doses de nitrogênio devem ser de 2 gramas por aplicação e, da mesma forma, distribuídas pelo período chuvoso a cada 30 dias; o potássio, segundo as três citações, deve ser aplicado juntamente com o nitrogênio, em doses que variam de 0 a 30 gramas por cova, de acordo com os níveis desse no solo.

Com relação ao nitrogênio, três processos podem interferir na sua disponibilidade: mineralização da matéria orgânica, imobilização pelos microrganismos e a perda por denitrificação. Em termos gerais, pode-se considerar que, em média, os adubos nitrogenados têm 50% a 70% de aproveitamento, os fosfatados de 30% a 50% e os potássicos de 80% a 90%, esses últimos, inclusive, sendo bem armazenados em profundidade (Matiello et al., 2006).

#### **2.4 Adubação fluida**

A utilização dos fertilizantes fluidos na cafeicultura nacional deu-se em meados do ano de 1981, experimentalmente. Em 1984, a empresa Ipanema Agro-indústria S/A, localizada em Alfenas, MG, utilizando tecnologia desenvolvida por sua co-irmã, a usina Guarani, apostou na instalação de uma unidade própria para a produção de fertilizantes fluidos, visando atender às culturas do café e citros, num total de 6.000,00 hectares. Assim, ela tornou-se a

primeira empresa agrícola do ramo a usar adubos fluidos em sua área agrícola (Cozzo, 1993).

O uso de fertilizantes fluidos expandiu-se, mesmo com poucos experimentos que comprovassem a sua eficácia. Essa expansão deu-se pelo fato da possível economia na quantidade do insumo, juntamente com a aceitação, pelos produtores rurais, de que a eficiência agrícola dos fertilizantes líquidos seriam pelo menos igual à dos fertilizantes sólidos (Malavolta, 1993). Piccin (1993) confirma que os adubos fluidos na lavoura cafeeira têm se mostrado satisfatórios, tanto do ponto de vista prático quanto econômico.

Com relação às vantagens e desvantagens, diversos autores opinam sobre o assunto. Segundo Guimarães & Mendes (1997), a adubação líquida apresenta diversas vantagens em relação à adubação sólida, como a economia de nutrientes, devido a uma aplicação mais homogênea e mais controlada; redução da mão-de-obra, devido ao maior rendimento das aplicações; maior equilíbrio e maior precisão das doses de macro e micronutrientes devido à facilidade de combinação de nutrientes; maior eficiência dos fertilizantes quando aplicados em via líquida; redução dos custos de aplicação, uma vez que pode ser aplicado mais de um produto de uma só vez; potencial de redução nas doses de fertilizantes; melhor uniformidade de distribuição dos fertilizantes, por estarem solubilizados em água; possibilidade de ser feita em qualquer dia e em qualquer hora do dia, independente das condições climáticas que impossibilitariam o uso da adubação sólida e permite incorporar o fertilizante a uma maior profundidade, oferecendo umidade para a ativação do mesmo.

Rappaport & Axley (1984) relatam sobre a redução das perdas de nitrogênio na forma nítrica na presença do cloreto de potássio. Achorn & Cox (1971) citam como vantagens: facilidade de transporte e manuseio, menor segregação, maior facilidade de aplicação de micronutrientes, menor poluição do ar e dos cursos de água. Os mesmos autores citam como desvantagens: formação

de borras nas soluções e, às vezes, nas suspensões devido a impurezas, como alumínio, ferro e magnésio, aumento da viscosidade em condições de baixa temperatura e dificuldade de armazenamento das suspensões. Lee (1987) cita a desvantagem de maior dificuldade no preparo de formulações de fósforo e potássio do que no caso dos adubos sólidos. Malavolta (1984) fala, ainda, sobre a dificuldade de suprimento de matérias-primas.

Apesar da adubação líquida, em muitos ensaios, ter se mostrado semelhante à sólida, em um ensaio em Carmo do Paranaíba foi possível uma redução de 15% a 20% nos níveis de nitrogênio e potássio nas formas líquidas, principalmente quando se usou um maior número de parcelamentos (oito parcelamentos). Ressalta-se também a maior precisão nas dosagens com um menor gasto de mão-de-obra. Cita-se, ainda, que a adubação líquida tende a crescer pelo fato de existir a possibilidade de associar, a essa operação, a aplicação de fungicidas e inseticidas de solo e, até mesmo, herbicidas (Matiello et al., 2002).

No trabalho de Fagundes et al. (2004), a adubação líquida em cafeeiros em produção promoveu uma economia na ordem de 25% na dose de nitrogênio e potássio, recomendada por Ribeiro et al. (1999). Os autores relatam, ainda, que as condições climáticas ainda favoreceram a adubação sólida no período em questão, visto que choveu logo após a sua realização nos dois primeiros parcelamentos e, no terceiro parcelamento, o solo estava bastante úmido, devido a uma chuva na noite anterior.

O nitrogênio é o nutriente mais usado na adubação líquida pelos seguintes motivos: há grande demanda pelas plantas, é móvel no solo e há disponibilidade de muitos fertilizantes solúveis em água. Comparativamente ao método convencional de aplicação de adubos nitrogenados, o aproveitamento pela planta do nitrogênio aplicado via solução geralmente é maior (Vieira, 2000).

O potássio também é um nutriente de alta demanda no cafeeiro e seu aproveitamento pode chegar a até 90%, quando aplicado de forma fluida, em solução (Folegatti, 1999).

Dentre alguns fertilizantes utilizados em fertirrigação como fontes de nitrogênio e potássio, com solubilidade a 20°C, estão: uréia 1000g/L, cloreto de potássio 340 g/L e nitrato de potássio 310g/L. A pesquisa mostrou a viabilidade de uso de adubos comuns de melhor qualidade na adubação líquida. Assim, para o N, podem-se usar a uréia e o nitrato de amônia e, para o potássio, pode-se usar o cloreto de potássio branco (Faria & Resende, 1997).

## **2.5 Doses e épocas de adubações**

Segundo Furtini Neto et al. (2001), a eficiência de uma adubação, além da dose de adubo a ser recomendada, depende também de:

- definição dos nutrientes a serem aplicados;
- definição da melhor época para aplicação desse nutriente;
- definição do fertilizante a ser aplicado e
- definição da forma de aplicação dos fertilizantes.

Quanto e como definir as doses de cada nutriente a aplicar na lavoura compõem uma questão complexa. Embora a resposta não seja simples, precisa ser bem equacionada. A definição da dosagem da adubação é um fator muito importante no manejo da lavoura de café, tanto pelo custo dos adubos quanto pela nutrição da planta em si. A dose, então, deve ser adotada de acordo com a necessidade. Se a falta reflete um menor crescimento e produtividade das plantas, em excesso pode prejudicar também, pelo desequilíbrio, antagonismo e toxidez, além dos gastos supérfluos (Matiello et al., 2006).

O acúmulo de nutrientes, por planta, na média de duas cultivares estudadas (Mundo Novo e Catuai), até os 30 meses, foi (em estudo realizado em Varginha, MG) de 63 g de N, 58 g de  $K_2O$ , 26 g de CaO, 13 g de MgO, 4,7 g de S, 1392 mg de Fe, 187 mg de Mn, 132 mg de Zn, 95 mg de B e 92 mg de Cu. Valores obtidos para uma primeira safra de 18 sacas/ha (Matiello et al., 2006). Os mesmos autores citam, ainda, que, em regiões mais quentes e com um maior número de plantas/ha, as exigências nutricionais são consideravelmente maiores. Nas fazendas experimentais do MAPA, em Varginha e Carmo do Paranaíba, MG, as plantas jovens (0 a 6 meses) consumiram 1g e 1,8 g de N, respectivamente e, com relação ao potássio, em ambas as cidades, o consumo ficou em 0,8 g de  $K_2O$  por planta.

Matiello et al. (2006) citam que, nas tabelas de padrões para interpretação de análise de solo, não existe um padrão para o nitrogênio. Isso decorre do fato de o nitrogênio aplicado nas adubações anuais ser retirado pelas plantas e microrganismos do solo e perdido por lixiviação. Relatam ainda estes autores que a fonte supridora do solo é a matéria orgânica, porém, nos solos de café, ela, em geral, é baixa ou de lenta liberação (solos húmicos). É por isso que, em solos com baixos teores de matéria orgânica, a disponibilidade de nitrogênio não é considerada.

De acordo com Santinato et al. (2001), o melhor fracionamento das adubações seria em 8 parcelamentos, com 12,5% da dose de setembro/outubro a março/abril.

No trabalho de Garcia et al. (1983), que comparou níveis de adubação sólida e líquida para nitrogênio e potássio em lavouras adultas, no período de 1980 a 1983, os autores observaram que as adubações sólida e líquida foram consideradas semelhantes nos seus níveis básicos, ou seja, de acordo com as recomendações. Já, quando houve uma redução de 50% nas doses sólida e líquida recomendadas, a adubação líquida mostrou-se inferior à adubação sólida, uma vez que reduziu a produção média nos dois anos de avaliação.

A aplicação de potássio por via líquida praticamente não apresenta problemas, uma vez que a maioria dos sais de potássio apresenta alta solubilidade. Devem-se definir os parcelamentos do nutriente considerando seu alto potencial de perda por lixiviação (Coelho, 1994).

De acordo com Vilella et al. (2001), a qualidade da bebida do café, bem como a peneira, não foi influenciada pelo parcelamento das adubações em meio líquido. Da mesma forma, Coelho (2001) relata, em seu trabalho, que a forma de aplicar fertilizantes (fertirrigação ou convencional) e o número de parcelamentos não provocaram diferenças na produtividade do cafeeiro.

## **2.6 Economia no uso da adubação fluida**

Em um ensaio conduzido por Sebastião (1991), o efeito da mistura 20-05-15 foi comparado com o da formulação fluida 8-2-6, parcelada em três aplicações e destinada a fornecer 200 kg de N, 50 kg de  $P_2O_5$  e 150 kg de  $K_2O$ , por hectare. O que se pôde observar foi que o estado físico dos fertilizantes não causou mudanças na fertilidade do solo, tendo os dados econômicos e de

produção mostrado que a adubação fluida aumentou a produção e diminuiu as despesas e, em consequência, aumentou o lucro.

Bittencourt & Beauclair (1992), com dados fornecidos diretamente por usinas de cana-de-açúcar que prepararam suas próprias formulações de fertilizantes, mostram que, levando-se em conta os produtos e os custos de aplicação, os fluidos apresentaram uma economia de 15% a 20% para cana planta e de 30% a 40% para a soqueira.

Maia (1989), citado por Vitti et al. (1994), avaliou a aplicação de fertilizantes nitrogenados (uréia) por meio do sistema de irrigação por aspersão convencional na cultura do feijão, em comparação com o método manual de adubação em cobertura. O autor observou que, em nenhuma situação, a fertirrigação mostrou-se inferior à adubação nitrogenada convencional, apresentando a vantagem de possibilitar a redução de mão-de-obra e de utilização de máquinas, simplificando a fertilização e causando menor dano físico ao solo e à cultura.

Santinato & Pereira (1996), em seus trabalhos sobre a eficácia da adubação líquida de nitrogênio e potássio em cafeeiros em produção, observaram que, na utilização da adubação líquida, desses dois nutrientes, podem-se reduzir as doses em 15%, sem prejudicar a produção nos quatro anos de produção avaliados. Isso, provavelmente, está relacionado ao melhor aproveitamento dos nutrientes na forma líquida. Os mesmos autores relataram, ainda, que a adubação líquida acidifica menos o solo que a adubação sólida, mantendo um pH, V%, % de Ca e % de Mg mais elevados. Mondragon (1998) cita que o uso de adubos químicos no solo de maneira desbalanceada, em muitas das vezes, causa modificações no grau de humificação e fertilidade, acumulando, principalmente, potássio no solo.

De acordo com Clemente (2005), a falta ou a inadequação de adubação equilibrada, desde o plantio até a produção, têm contribuído, em muito, para o



insucesso da atividade de muitos cafeicultores. As doses de adubo recomendadas para a adubação do cafeeiro no primeiro ano situam-se em torno de 71% a 112% da adubação padrão recomendada, para todos os nutrientes (macro e micronutrientes), independentemente de ser sólido ou líquido.

## **2.7 O nitrogênio e a clorofila**

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH, e, por essa razão, são estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes. Presentes nos vegetais superiores, sob as formas a e b, as clorofilas são constantemente sintetizadas e destruídas, e esses processos são influenciados por fatores internos e externos às plantas. Entre os fatores externos, os nutrientes minerais se destacam, tanto por integrarem a estrutura molecular das plantas, como também por atuarem em alguma etapa das reações que levam à síntese desses pigmentos (Taiz & Zeiger, 2004)

Na avaliação do estado nutricional das plantas, diversos métodos podem ser empregados, entretanto, há de se considerar a rapidez e segurança dos mesmos. O uso de medidas indiretas para determinar a necessidade de um determinado elemento, como o teor de clorofila, na avaliação do estado nutricional de N das plantas, tem sido muito estudado nos últimos anos (Fontes, 2001).

A aplicação do medidor indireto de clorofila Minolta SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*) (Minolta, 1989) tem sido estudada para diversas culturas, com resultados satisfatórios quanto à avaliação do estado nutricional de N (Zotarelli et al., 2003). Entretanto, faz-se necessária a sua calibração para cada cultura e em cada situação. Vários trabalhos têm demonstrado que o SPAD-502

pode ser usado na avaliação indireta do estado nutricional de N e, conseqüentemente, inferir sobre a necessidade de adubação de muitas culturas (Fox et al., 1994).

O SPAD fornece leituras que se correlacionam com o teor de clorofila presente na folha. Os valores são calculados pela leitura diferencial da quantidade de luz transmitida pela folha, em duas regiões de comprimento de onda (650 nm e 940 nm), e a absorção de luz pela clorofila ocorre no primeiro comprimento de onda (Swiader & Moore, 2002).

A determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila, quais sejam: a leitura pode ser realizada em poucos minutos, pois o aparelho tem custo mínimo de manutenção; não há necessidade de envio de amostras para laboratório, economia de tempo e dinheiro, e as leituras podem ser realizadas em quantas amostras forem necessárias, sem implicar na destruição das folhas (Malavolta et al., 1997; Argenta et al., 2001).

As leituras SPAD correlacionam-se, positivamente, com os teores foliares de N e negativamente com os teores de S (Neves et al., 2005).

## **2.8 Padrões de crescimento do cafeeiro**

A análise do crescimento de mudas de cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 encontrou intervalos de tempo variando de 14 a 45 dias para a emissão de um novo par de folhas; os menores intervalos ocorreram nos períodos mais quentes e os maiores nos períodos mais frios do ano (Guimarães, 1994).

No trabalho de Souza et al. (2000), plantas de cafeeiro da cultivar Acaíá Cerrado MG 1474, cultivadas a pleno sol, apresentaram altura média de 65 centímetros, aos 20 meses de idade.

Scalco et al. (2002) relatam bons crescimentos de cafeeiros irrigados no primeiro ano de cultivo, chegando a 54 cm de altura e 57 cm de diâmetro de copa. A mesma lavoura, sem irrigação, apontou 37,4 cm de altura e 36,6 cm de diâmetro de copa, em média.

Nazareno et al. (2003), estudando o efeito da adubação com NPK no crescimento da parte aérea de cafeeiro Rubi MG 1192, relatam crescimentos satisfatórios da ordem de 45 cm de altura e 44,6 cm de diâmetro de copa.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área experimental**

O trabalho foi realizado em uma lavoura recém-plantada, da cultivar Topázio MG 1190, na Fazenda Cascata, no município de Boa Esperança, região sul do estado de Minas Gerais, no ano agrícola 2004/2005. A fazenda possui topografia caracterizada pela dominância de um relevo colinoso, com níveis altimétricos compreendidos entre 795 e 963 metros em relação ao nível do mar. O clima da região é classificado, segundo a classificação de Köppen, como mesotérmico, apresentando verões brandos e chuvosos (Cwb). As médias térmicas anuais mostram-se em torno de 19,3°C, com máximas de 27,8°C e mínimas de 13,5°C. A precipitação média é da ordem de 1.658 mm, estando 65% a 70% desse total, concentrados de dezembro a março.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Escuro distrófico, classe textural Argilosa, uma vez que apresenta 45% de argila, 15% de silte e 40% de areia.

#### **3.2 Delineamento experimental**

O experimento foi instalado utilizando o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial com 3 repetições e 40 tratamentos, totalizando 120 parcelas. As parcelas foram compostas por 7 plantas, sendo 6 úteis e uma bordadura nas extremidades. O fatorial utilizado foi o 2 (sólido x líquido) x 4 números de parcelamentos (2, 4, 8, 12x) x 5 doses (50%, 75%, 100%, 125% e 150%).

### 3.3 Caracterização do experimento

O experimento foi instalado no dia 20/01/2005, em uma lavoura plantada em 20/12/2004, da cultivar Topázio MG 1190, no espaçamento de 3,6 metros de entrelinhas por 0,6 metros entre plantas na linha de plantio. Nesta lavoura realizaram-se as adubações de cobertura com nitrogênio e potássio.

O preparo do terreno foi feito em novembro de 2004, com arado de aiveca incorporando a dose recomendada de calcário, a uma profundidade de 40 centímetros. Posteriormente, o terreno foi sulcado e o sulco adubado com 400g de superfosfato simples por metro de sulco.

A cultivar Topázio foi selecionada em Minas Gerais pela EPAMIG, UFLA e UFV, e é proveniente de retrocruzamentos de ‘Mundo Novo’ com ‘Catuaí’. Possui como características o porte baixo, assim como a cultivar Catuaí, com altura ao redor de 2 metros e diâmetro de copa médio de 1,8 metros, aos sete anos. Tem excelente produtividade e elevado vigor vegetativo, não exibindo depauperamento precoce após elevadas produções. O número de ramificações secundárias é abundante, a angulação dos ramos produtivos é um pouco mais aberta que a da cultivar Catuaí, o que permite maior insolação e arejamento no interior da planta. A maturação dos frutos é intermediária entre a ‘Catuaí’ e a ‘Mundo Novo’, tanto em época quanto em uniformidade. Os frutos são de coloração amarela e as brotações jovens são predominantemente de coloração bronze-escuro. A cultivar Topázio é, de certa forma, uma tentativa de se obter uma cultivar de ‘Mundo Novo’ com todas as suas vantagens sobre o Catuaí, porém, acrescida do porte baixo, o que é desejável.

Os níveis de adubação aplicados variaram a partir de um tratamento padrão adotado de acordo com Ribeiro et al. (1999) contemplando valores abaixo e acima do recomendado a partir dos resultados da análise de solo, amostrado antes da instalação do experimento e apresentado na Tabela 1:

**TABELA 1:** Resultado da análise do solo utilizado no experimento. UFPA, Lavras, MG. 2006.

ad	%	Mg/dm <sup>3</sup>			Cmolc/dm <sup>3</sup>								%		% em relação a T		
pH	MO	P	K	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H+Al	Al	SB	t	T	M	V	K	Ca	Mg	
5,6	3	5	169	0,4	2,7	0,6	3,6	0	3,7	3,7	7,3	0	51	5,9	37	8,2	

A análise do solo em questão demonstrou bons níveis de matéria orgânica e potássio. De acordo com os dados desta análise, as adubações de cobertura requeridas foram 10g de K<sub>2</sub>O por cova por ano e 3g de nitrogênio por cova por aplicação. Para tanto, a dose de 100% contava com 17g de cloreto de potássio e 7g de uréia, em cada aplicação. Nos tratamentos com adubos sólidos, utilizou-se a mistura de 17 kg de cloreto de potássio e 7 kg de uréia em um saco, o qual foi agitado por cerca de um minuto para homogeneizar o material. A mistura sólida foi pesada em balança de precisão e cada tratamento, depois de pesado, foi colocado em saquinhos de 2 x 15 centímetros, individualmente. No campo, o adubo sólido foi colocado, planta por planta, por meio de medidas específicas para cada tratamento.

Nos tratamentos com adubos líquidos, procedeu-se da mesma maneira que nos tratamentos com adubos sólidos, só que a mistura de adubos do saquinho era dissolvida em 140 mL de água. Cada planta recebia 20 mL da solução contendo o cloreto de potássio e a uréia. A solução foi distribuída no solo, planta por planta, por meio de um pulverizador costal manual da marca Jacto com dosador específico utilizado para a aplicação de fungicida/inseticida de solo.

**TABELA 2:**Tratamentos com fertilizantes sólidos. UFLA, Lavras, MG. 2006.

<b>Tratamento</b>	<b>Tipo de fertilizante</b>	<b>Nº parcelamentos</b>	<b>Dose (%)</b>
1	Sólido	2	50
2	Sólido	4	50
3	Sólido	8	50
4	Sólido	12	50
5	Sólido	2	75
6	Sólido	4	75
7	Sólido	8	75
8	Sólido	12	75
9	Sólido	2	100
10	Sólido	4	100
11	Sólido	8	100
12	Sólido	12	100
13	Sólido	2	125
14	Sólido	4	125
15	Sólido	8	125
16	Sólido	12	125
17	Sólido	2	150
18	Sólido	4	150
19	Sólido	8	150
20	Sólido	12	150

**TABELA 3:** Tratamentos com fertilizantes líquidos. UFLA, Lavras, MG. 2006.

<b>Tratamento</b>	<b>Tipo de fertilizante</b>	<b>Nº parcelamentos</b>	<b>Dose (%)</b>
21	Líquido	2	50
22	Líquido	4	50
23	Líquido	8	50
24	Líquido	12	50
25	Líquido	2	75
26	Líquido	4	75
27	Líquido	8	75
28	Líquido	12	75
29	Líquido	2	100
30	Líquido	4	100
31	Líquido	8	100
32	Líquido	12	100
33	Líquido	2	125
34	Líquido	4	125
35	Líquido	8	125
36	Líquido	12	125
37	Líquido	2	150
38	Líquido	4	150
39	Líquido	8	150
40	Líquido	12	150



**Quadro 1:** Distribuição das adubações, ao longo do ano. UFLA, Lavras, M. 2006.

Tratamento/ data	20/1	10/2	2/3	20/3	10/4	30/4	20/5	10/6	30/6	10/7	30/7	20/8
1	x			x								
2	x			x			x			x		
3	x	x		x	x		x	x		x	x	
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x			x								
6	x			x			x			x		
7	x	x		x	x		x	x		x	x	
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x			x								
10	x			x			x			x		
11	x	x		x	x		x	x		x	x	
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x			x								
14	x			x			x			x		
15	x	x		x	x		x	x		x	x	
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	x			x								
18	x			x			x			x		
19	x	x		x	x		x	x		x	x	
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	x			x								
22	x			x			x			x		
23	x	x		x	x		x	x		x	x	
24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	x			x								
26	x			x			x			x		
27	x	x		x	x		x	x		x	x	
28	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	x			x								
30	x			x			x			x		
31	x	x		x	x		x	x		x	x	
32	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33	x			x								

### Continuação...

34	x			x			x			x		
35	x	x		x	x		x	x		x	x	
36	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	x			x								
38	x			x			x			x		
39	x	x		x	x		x	x		x	x	
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

### 3.4 Condução do experimento

Os fertilizantes utilizados, tanto para a adubação líquida quanto para a adubação sólida, foram a uréia, como fonte de nitrogênio e o cloreto de potássio, como fonte de potássio, sendo cloreto de potássio vermelho para a adubação sólida e o cloreto de potássio branco para a adubação líquida, uma vez que esse é mais solúvel. Os fertilizantes foram pesados previamente em balança de precisão. As adubações sólidas foram feitas manualmente, dividindo-se o fertilizante de maneira igual entre as 6 plantas da parcela útil; as adubações líquidas foram feitas por meio do uso de pulverizador costal manual da marca Jacto, com um sistema de dosagem especial que permitiu a aplicação de 20 mL da solução por planta, assim como detalhado anteriormente.

A lavoura não contou com sistema de irrigação e recebeu todos os tratos culturais de formação, ou seja, controle de plantas daninhas e controle fitossanitário preventivo e curativo. Todos esses tratos culturais foram feitos por igual em todo o experimento, tendo o controle da cercosporiose sido feito com a Estrobilurina Azoxystrobin (Amistar), logo na montagem do experimento. O controle de plantas daninhas foi feito por meio de monda (arranquio manual das plantas daninhas próximo das mudas), visando um menor impacto sobre as parcelas.

**Quadro 2:** Precipitação mensal ao longo do período de adubação. UFLA, Lavras, MG. 2006.

ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO (mm)												
PROPRIEDADE: Fazenda Cascata Ano agrícola: 2004-2005												
DIA	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1				10		20	38					
2				22			15	20				
3				40	17	15	10					
4		30			20	55						
5				15	20	60	20					
6			5	18	8							
7				5	70							
8					40							
9				43								
10				11								
11		55		10	20		20					
12				12	12							
13												
14		42										
15		8	30									
16		4	8	60	12							
17	35		30		65		25					
18		3	12		10	45						
19			10	80	20							
20				80	26							
21				28	20				30			
22				65			28		30			
23				14					70			
24				10								
25		36				28		30				
26		12			87	18						
27		7			37	27						
28			76		50							
29			38		10							
30			60		12							
31												
<b>TOTAL</b>	35	197	269	523	546	268	120	50	130	0	0	0
<b>MÉDIA</b>	1,66	6,57	8,97	17,4	18,2	8,93	4	1,67	4,33	0	0	0

### **3.5 Características avaliadas**

O experimento foi encerrado após a última aplicação de fertilizante (12º parcelamento). As características avaliadas foram:

- a) altura das plantas: medida do colo até o meristema apical do ramo ortotrópico, em todas as plantas da parcela útil, obtendo-se a média por planta, em centímetros;
- b) diâmetro de copa: medido na região de maior projeção, obtendo-se o valor médio, em centímetros por planta;
- c) teor de clorofila na folha: medido com o clorofilômetro SPAD 502 (Minolta), que é um medidor indireto de clorofila. Os valores são calculados pela leitura diferencial da quantidade de luz transmitida pela folha, em duas regiões de comprimento de onda (650 nm e 940 nm) e a absorção de luz pela clorofila ocorre no primeiro comprimento de onda.

### **3.7 Análise estatística**

As avaliações foram feitas por comparações múltiplas, ou seja, teste de médias (Scott Knott) para os fatores qualitativos forma de aplicação e épocas, e regressão para o fator quantitativo doses.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa Sisvar (Sistema de Análise de Variância), versão 4.0, desenvolvido por Ferreira (2000).

Adotou-se a significância de 5% de probabilidade, pelo teste de F, conforme Banzatto & Kronka (1995).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação das características de crescimento**

As características de crescimento avaliadas foram altura de plantas e diâmetro de copa. Na Tabela 1A (Anexos), é apresentado o resumo das análises de variância para as características altura de plantas (cm) e diâmetro de copa (cm).

Pode-se observar efeito significativo, a 5% de probabilidade, apenas para os modos de aplicação do adubo (sólido e líquido). Já para épocas de parcelamento e doses de fertilizantes, não houve efeitos significativos.

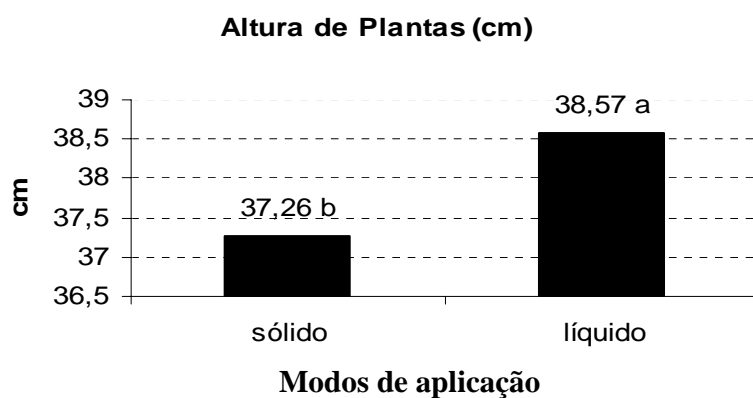
#### **4.1.1 Altura das plantas**

No que diz respeito à altura de planta, apenas o modo de aplicação dos fertilizantes foi significativo, a 5% de probabilidade, tendo que a adubação líquida sido considerada melhor que a adubação sólida convencional (Figura 1). As doses e épocas de parcelamento não interferiram na altura de plantas.

A não interferência das épocas de parcelamento e doses de fertilizantes no incremento em altura das plantas pode ser explicado, segundo Malavolta (1993), pelas pequenas exigências nutricionais do cafeeiro até 1,5 ano de idade. Esse mesmo autor, em 1980, afirmou que a marcha de absorção da lavoura cafeeira ao longo dos anos é uma sigmóide, na qual a absorção é muito pequena, pela planta jovem. Da mesma forma, Matiello et al. (2006), em pesquisas nas fazendas experimentais de Varginha e Carmo do Paranaíba, afirmam que a planta, na fase de 0 a 6 meses de idade, consome apenas de 1 a 1,8g de nitrogênio e 0,8g de potássio, não sendo necessárias, dessa forma, adubações

pesadas nessa fase. Portanto, para que o cafeeiro, na fase jovem, seja suprido em nitrogênio e potássio, não são necessárias doses elevadas de adubo e nem parcelamentos superiores a dois.

Tudo isso leva a crer que as recomendações de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio sugeridas por Raij et al. (1996), pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999) e por Matiello et al. (2005) sejam suficientes para suprir a planta quanto a esses dois nutrientes.



**FIGURA 1:** Altura média de plantas para os modos de aplicação de fertilizantes (sólido e líquido). UFLA, Lavras, MG, 2006.

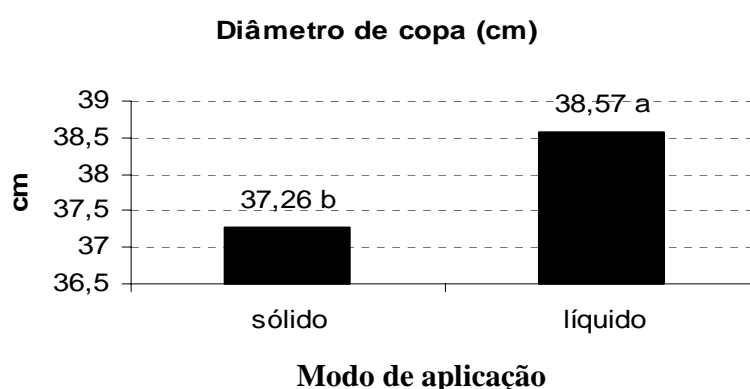
\* As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Apesar de a adubação líquida ter sido considerada melhor que a adubação sólida, para o parâmetro de altura de plantas, mais trabalhos deverão ser feitos, uma vez que essa diferença foi de apenas 3,52% a favor do adubo líquido.

#### 4.1.2 Diâmetro de copa

Para o diâmetro de copa, apenas o modo de aplicação dos fertilizantes foi significativo, a 5% de probabilidade, tendo, mais uma vez, a adubação líquida sido superior à adubação sólida convencional (Figura 2).

Apesar de a adubação líquida ter sido considerada melhor que a adubação sólida, para o parâmetro de diâmetro de copa, mais trabalhos deverão ser feitos, uma vez que essa diferença foi de apenas 5,8% a favor do adubo líquido.



**FIGURA 2:** Diâmetro de copa médio de plantas para os modos de aplicação de fertilizantes (sólido e líquido). UFLA, Lavras, MG, 2006.

\* As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

#### 4.2 Teor de clorofila na folha

Com relação ao teor de clorofila, todos os tratamentos foram considerados estatisticamente semelhantes entre si, a 5% de probabilidade.

Portanto, modo de aplicação, parcelamentos e doses de fertilizantes não influenciaram no teor de clorofila na planta.

As leituras do SPAD correlacionam-se positivamente com os teores foliares de N (Neves et al., 2005) e é por isso que decidiu-se pela utilização desse aparelho. Uma vez que os teores de clorofila foram considerados semelhantes estatisticamente, isso significa que não há diferença estatística para os teores de N na folha.

Essa não diferenciação entre os tratamentos, no que diz respeito ao teor de clorofila e, conseqüentemente, de N na folha, provavelmente, decorre do fato do baixo consumo de N pelo cafeeiro nos primeiros meses de pós-plantio e também ao bom suprimento proporcionado pela matéria orgânica do solo, que apresentava 3% no início do ensaio.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **A) Economia de mão-de-obra**

Torna-se interessante, no presente trabalho, uma discussão sobre os custos comparativos entre a adubação sólida e a adubação líquida, uma vez que a adubação líquida se mostrou melhor, quanto às características de crescimento (altura de planta e diâmetro de copa), não sendo influenciada pelo número de parcelamentos e doses de fertilizantes.

Mediante o fato das doses e número de parcelamentos das adubações não terem influenciado nos parâmetros avaliados, tomaram-se por base as doses e os números de parcelamentos recomendados pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999) para poder comparar os custos de mão-de-obra dos dois modos de aplicação de fertilizantes.



A lavoura em questão, na qual foi instalado o ensaio, foi plantada no espaçamento de 3,6m por 0,6m, possuindo, portanto, um estande de 4.629 plantas por hectare. Os custos foram considerados apenas do ponto de vista de mão-de-obra utilizada para a adubação, uma vez que os demais custos são idênticos para ambos os sistemas.

Referindo-se, então, à mão-de-obra, a adubação líquida apresenta um menor custo em relação à adubação sólida, considerando que um homem faz, em média, 3.500 plantas por dia para a forma sólida convencional e 10.000 plantas por dia para a forma líquida. Considerando-se o valor da mão-de-obra atual, que é de R\$17,50, mais 40% de encargos sociais, ou seja, R\$ 24,50, o valor total dispendido pelo produtor, o custo por hectare da mão-de-obra, adubando-se da maneira sólida fica em R\$ 32,34. Já adubando-se da maneira líquida fica em R\$ 8,58. Pode-se, portanto, observar que os custos da mão-de-obra da adubação líquida representam 26,5% dos custos da mão-de-obra da adubação sólida, ou seja, a adubação líquida é 73,5% mais econômica em mão-de-obra que a sólida.

Conclui-se, com essa abordagem, que a adubação líquida pode promover uma redução da mão-de-obra e, conseqüentemente, uma redução dos custos, devido ao maior rendimento das adubações, assim como sugeriram Guimarães & Mendes (1997), Faria & Resende (1984) e Achorn & Cox (1971).

A adubação líquida em cobertura proporciona menor gasto com mão-de-obra que a adubação sólida.

## **B) Nutrição mineral da planta e a cercosporiose**

Apesar da resistência de plantas a doenças ser geneticamente controlada, ela é influenciada por fatores ambientais. A nutrição mineral, como fator ambiental, pode ser manipulada com relativa facilidade para o controle de

doenças. Entretanto, é necessário conhecer como os nutrientes minerais aumentam ou diminuem essa resistência (Marschner, 1995).

Em um experimento realizado por Pozza et al. (1999), estudando-se a influência da adubação nitrogenada e potássica na intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiros com oito meses de idade, pôde-se observar que o aumento do número de lesões ocorreu quando aumentaram-se as doses de potássio e diminuíram-se as doses de nitrogênio. Mostrou-se, dessa forma, que a relação nitrogênio/potássio é bastante importante, no que diz respeito à incidência e à severidade da cercosporiose.

A redução da cercosporiose devido ao efeito do nitrogênio é resultado, geralmente, da influência de formas específicas desse nutriente em diferentes rotas metabólicas, alterando o crescimento de constituintes da planta ou exsudados (Huber & Watson, 1974).

Fernandes (1988) sugere o envolvimento da nutrição potássica na resistência da planta à cercosporiose, enquanto que Fernandez-Borrero & Lopez Duque (1971) a associam à adubação nitrogenada.

### **Incidência de cercosporiose**

O tratamento químico com Amistar, provavelmente, não influenciou na incidência final de cercosporiose, uma vez que ele foi aplicado logo após o plantio, apenas para controlar uma baixa incidência que provinha do viveiro.

Como a análise de solo da área experimental demonstrou um alto teor de potássio no solo, as recomendações desse nutriente foram baixas nas adubações de cobertura. Portanto, a relação N/K ficou bastante alta. Dessa forma, concorda-se com Pozza et al. (1999) que observaram aumento de cercosporiose quando aumentava-se a dose de potássio e diminuía-se a dose de nitrogênio e

com Fernandez-Borrero & Lopez Duque (1971) que associam a resistência da planta à cercosporiose ao nitrogênio.

## 5 CONCLUSÕES

- ✓ A adubação líquida em cobertura proporciona melhor desenvolvimento vegetativo do cafeeiro recém-plantado em campo quando comparada à adubação sólida convencional.
- ✓ Cinquenta por cento da dose recomendada, aplicada em dois parcelamentos, foi suficiente para o máximo desenvolvimento do cafeeiro no primeiro ano de pós-plantio.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHORN, J.R.; COX, T.R. Production, marketing and use of solid, solution and suspension fertilizers. In: OLSON, R.A. (Ed.). **Fertilizer technology and use**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of América, 1971. p 381-412.

ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio nas folhas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.158-167, 2001.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUEP, 1995.

BITTENCOURT, V.C. ; BEAUCLAIR, E.G.F. Fertilizantes fluidos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba 1992. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1992. p.255-73.

CLEMENTE, F.M.V.T. **Faixas críticas de teores foliares de macro e micronutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica L.*) no primeiro ano de formação**. 2005. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.). **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via água de irrigação**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 315p.

COELHO, G. **Épocas de Irrigação, parcelamento de adubação e fertirrigação do cafeeiro no sul de Minas Gerais**. 2001. 54 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COZZO, R.A.G. Ipiranga Serrana Fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/CENA, POTAFOS, 1993. p. 113-118.

FAGUNDES, A.V. et al. Efeito da adubação líquida em cafeeiros em produção. In: : CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço, MG, 2004. p.171.

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

FARIA, M.A.; RESENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1997. 112p. (Curso de Especialização Lato Sensu Cafeicultura Empresarial Produtividade e Qualidade).

FARIA, M.A.; RESENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1998. 110p. (Curso de Especialização Lato Sensu Cafeicultura Empresarial Produtividade e Qualidade).

FERNANDES, C.D. **Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inoculo sobre a cercosporiose do cafeeiro**. 1988. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; LOPEZ DUQUE, S.I. Fertilizacion de plântulas de café y su relacion com la incidência de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cook.). **Cenicafé**, Chinchiná, v.22, n.4, p.95-107, oct./dic. 1971.

FERREIRA, D.R. Análise estatística pro meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.225-258.

FOLEGATTI, M.V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 458p.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

FOX, R.H.; PIEKIELER, W.P.; MACNEAL, K.M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, p.171-181, 1994.

FURTINI NETO, A.E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GARCIA, A.W.R. et al. Estudo comparativo de níveis de adubação líquida e sólida para nitrogênio e potássio em cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., 1983, **Anais...**1983.

GUIMARÃES, R.J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão.** 1994. 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro.** Lavras, MG: UFLA, 1997. 70p. Apostila.

HUBER, D.M.; WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. In: MUNDSON, R.D. **Potassium in agriculture.** Madison: ASA, 1985. p.467-488.

LEE, R.G. Zero nitrogen suspensions. **Solutions**, St.Louis, p.38-42, 1987.

LOPES, A.S. **Solos “sob cerrado”:** características, propriedades e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 162p.

MALAVOLTA, E. **Nutrientes e nutrição mineral de plantas.** São Paulo. Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. Adubos fluidos no Brasil; situação atual e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1984. 8p.

MALAVOLTA, E. **Nutrientes e nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. **Fertilizantes fluidos.** Piracicaba, SP, POTAFOS, 1993. 343p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. London: Academic, 1995. 889p.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil**, novo manual de recomendações. Rio de Janeiro; Varginha, MG: .2002. p.160–202.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil**, novo manual de recomendações. Rio de Janeiro; Varginha, MG: 2005. p.160–202.

MATIELLO, J. B. et al. **Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira**. Varginha, MG: 2006.

MONDRAGON, M.A.R. **Resposta do cafeeiro e da mancha-de-olho-pardo a aplicação de fungicidas mais inseticida via solo e a adubação orgânica**. 1998. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG.

NEVES, O.S.C. et al. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, maio 2005.

NAZARENO, R.B. et al. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em respostas a doses de N, P e D e a regimes hídricos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFES DO BRASIL, 3., 2003, Brasília. **Anais ...** Porto Seguro, BA: CBP&Dcafé, 2003. p.404.

NOGUEIRA, F.D.; SILVA, E.B.; GUIMARÃES, P.T.G. **Adubação potássica do cafeeiro**: sulfato de potássio. Lavras. MG: SOPIB, 2001. 81p.

PICCIN, C.R.; VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1993. 343p.

POZZA, A.A.A. **Influência da nutrição nitrogenada e potássica na intensidade de mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicol* Berk & Cook.) em mudas de cafeeiro**. 1999. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG.

PREZOTTI, L.C.; ROCHA, C.A. Nutrição do cafeeiro arabica em função da densidade de plantas e da fertilização com NPK. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFES DO BRASIL, 3., 2003, Brasília. **Anais...** Porto Seguro, BA. CBP&Dcafé, 2003. p.428-429

RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim, 100).

RAPPAPORT, B.D.; AXLEY, J.H. Potassium Chloride for improved urea fertilizer efficiency. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.48, p.399-401, 1984.



RIBEIRO, A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SANTINATO, R.; PEREIRA, E.M. Eficácia da adubação líquida de N e K<sub>2</sub>O em cafeeiros em produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, **Anais...** 1996.

SANTINATO, R. et al. Efeitos do modo e dos níveis de nitrogênio e potássio na adubação do cafeeiro, irrigado por gotejamento, em região com déficit hídrico limitante à cultura de *coffea arabica* – resultados da fase de formação, pós-plantio e primeiro ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: 1987. p.267-270.

SANTINATO, R. et al. Efeito do número de parcelamentos fracionados da adubação de N/K<sub>2</sub>O líquida na produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25 p.

SANTINATO, R. et al. Adubação Líquida de N/K<sub>2</sub>O associada a micronutrientes Zn, B, Cu, Mn na produção de solos de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25 p.

SCALCO, M.S. et al. Influência de diferentes critérios de irrigação e densidades de plantio sobre o crescimento inicial do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia, MG: UFU, 2002. p.150-155.

SEBASTIÃO, L.F.T. **Adubação NPK aplicada via solo, nas formas sólidas e líquida em cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, 1991. 36p (Trabalho de Graduação).

SILVA, E.B. **Potássio para o cafeeiro**: efeito de fontes, doses e determinação de cloreto. 1995. 87p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, N. L. de; OLIVEIRA, L.E.M. de; GUERRA NETO, E.G. Influência do sombreamento no crescimento e desenvolvimento de diferentes cultivares de (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG, 2000. v.2, p.1032.

SWIADER, J.M.; MOORE, A. SPAD - chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Journal of Plant Nutrition**, v.25, p.1089-1100, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Tradução de E.R. Santarém. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. 719p.

VIEIRA, R.F. Fertirrigação na cultura do café. In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p.293-322.

VILELLA, W.M.C. et al. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001 Vitória, ES. p 51.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1993. 343p.

ZOTARELLI, L. et al. **Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para uso na cultura do milho**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 55).

## ANEXOS

**TABELA 1A:** Resumo de análise de variância e coeficiente de variação para a altura e diâmetro de copa do cafeeiro arábica em fase de formação, submetido a diferentes modos, épocas e níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	
		Altura (cm)	Diâmetro de copa (cm)
Modo de aplicação	1	51,653441*	147,652268*
Dose	4	18,219264	27,732157
Parcelamento	3	5,216414	6,331950
Modo x dose	4	27,211889	33,441707
Modo x parcelamento	3	18,224803	7,904874
Dose x parcelamento	12	11,542457	15,504864
Dosexparcelamentoxépoca	12	12,360843	18,721700
Erro	80	12,485237	34,340214
CV (%)		9,32	14,9

**TABELA 2A:** Resumo de análise de variância e coeficiente de variação para teor de clorofila nas folhas do cafeeiro arábica em fase de formação, submetido a diferentes modos, épocas e níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Clorofila
		Quadrado médio
Modo de aplicação	1	7,500000
Dose	4	21,779167
Parcelamento	3	26,988889
Modo x dose	4	14,562500
Modo x parcelamento	3	20,322222
Dose x parcelamento	12	7,884722
Dose x parcelamento x época	12	15,523611
Erro	80	38,483333
cv (%)		10,49