

AVALIAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO COM DIFERENTES FONTES DE FERTILIZANTES QUÍMICOS E ORGÂNICOS NA NUTRIÇÃO DO CAFEIEIRO CULTIVADO EM CONDIÇÕES DE CERRADO¹

FERNANDES, A.L.T.²; SANTINATO, R.³; DRUMOND, L.C.D.⁴; OLIVEIRA, C.B.⁵ e SOUZA, G.F.⁶

¹ Apoio financeiro: CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ, Núcleo de Cafeicultura Irrigada, Projeto 3, SUBPROJETO 19.2000.304.04 – Avaliação da fertirrigação com diferentes fontes de fertilizantes químicos e orgânicos na nutrição do cafeeiro cultivado em condições de cerrado; ² Dr. Engenharia de Água e Solo, prof. da Universidade de Uberaba, <andre.fernandes@uniube.br>; ³ Eng.-Agrônomo Ministério da Agricultura/PROCAFÉ; ⁴ M.S. Irrigação e drenagem, prof. da Universidade de Uberaba; ⁵ Técnico Agrícola Universidade de Uberaba; ⁶ Acadêmico de Engenharia Agrícola da Universidade de Uberaba.

RESUMO: Com a ampliação da cafeicultura para regiões consideradas marginais climaticamente, a irrigação passou a ser uma tecnologia necessária para a garantia da qualidade e produtividade do cafeeiro. Muitos são os sistemas utilizados para irrigação de café, dentre os quais se destacam o gotejamento, os tubos perfurados a *laser* (tripa), a aspersão convencional e a aspersão mecanizada (pivô central e autopropelido). Dentre estes sistemas, destaca-se o gotejamento, por suas características favoráveis de economia de água, energia e mão-de-obra. Entretanto, uma das principais vantagens desse sistema, que não está sendo corretamente utilizada pelos cafeicultores irrigantes, é a fertirrigação, que se constitui na técnica da aplicação simultânea de água e fertilizantes, através do sistema de irrigação. Nesta área, necessita-se de informações precisas no que diz respeito às fontes de fertilizantes mais recomendadas para aplicação via água de irrigação. Dentro dessa perspectiva, este trabalho se propôs a avaliar a fertirrigação em cafeeiro com a utilização de diferentes fontes de fertilizantes, tanto orgânicas quanto químicas, comparando-se com a aplicação convencional, no solo. Após 30 meses, com a primeira safra, pôde-se concluir preliminarmente que as fontes de fertilizantes utilizadas, tanto em fertirrigação quanto em aplicação convencional no solo, não apresentaram diferenças significativas em termos de produtividade por área. Notou-se ligeira superioridade em termos de produtividade das fontes químicas de fertilizantes, aplicadas no solo, ao contrário do que se esperava, e que em todos os tratamentos que foram irrigados por gotejamento durante seu desenvolvimento houve grande porcentagem de frutos verdes colhidos.

Palavras-chave: fertirrigação, cafeicultura, irrigação.

FERTIGATION EVALUATION WITH DIFFERENT SOURCES OF CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZERS IN COFFEE PLANT NUTRITION CULTIVATED IN CERRADO CONDITIONS

ABSTRACT: With the enlargement of the coffee growing for areas with stress hidric, the irrigation became a necessary technology for the warranty of the quality and productivity of the coffee plant. Many systems are being used for coffee irrigation, among which stand out the leak, the tubes perforated to laser (gut), the conventional aspersion and the automated aspersion (central pivot). Among these systems, it stands out the leak, for their favorable characteristics of economy of water, energy and labor. However, one of the main advantages of that system that is not being used correctly by the coffee grower irrigantes is fertigation, that is constituted in the technique of the simultaneous application of water and fertilizers, through the overhead irrigation. In this area, it is needed necessary information in what says respect to the sources of fertilizers more recommended for application through irrigation water. Inside of that perspective, that work intends to evaluate the fertirrigação in coffee plant with the use of different sources of fertilizers, so much organic as chemistries, being compared with the conventional application, in the soil. After 30 months, with the first harvest, preliminarmente can be ended that: the sources of fertilizers used, in fertirrigação and in conventional application in the soil, they didn't present significant differences in productivity terms for area. It was noticed quick superiority in terms of productivity of the chemical sources of fertilizers, applied in the soil, unlike what it was waited and in all of the treatments, that they were irrigated by leak during his/her development, was noticed great percentage of picked green fruits.

Key words: fertigation, coffee, irrigation.

INTRODUÇÃO

Segundo SANTINATO et al. (1996), cerca de 5 a 6% das áreas agricultáveis (230/240 milhões de hectares) são irrigadas, sendo estas áreas responsáveis pelo fornecimento de 40% dos alimentos à população global. No Brasil, a irrigação vem sendo desenvolvida cientificamente há 50 anos, e hoje estima-se que 2,5 milhões de hectares são irrigados nas mais diferentes culturas, sendo 70% desta área concentrada nas regiões Sul e Sudeste. Na cafeicultura, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) iniciou os trabalhos em 1946, mas só a partir de 1984 se processou uma pesquisa mais aplicada, com a ampliação da cafeicultura para áreas até então consideradas marginais quanto a déficit hídrico. Estima-se

que a área total de lavouras nessas regiões marginais corresponda a 200 mil hectares de café, e com a ausência de irrigação nestas lavouras deixa-se de produzir de 2 a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano (SANTINATO et al., 1996). De acordo com Bouvery (1997), citado por PEREIRA (1998), a produtividade média do café no Brasil tem sido em torno de 14 sacas/ha, o que é considerado muito baixo, devido a limitações como as secas e geadas, o ciclo bianual da cultura, a falta de programas adequados de adubações, etc. Segundo esse autor, os níveis de produtividade podem ser aumentados com o uso de novas tecnologias de produção. É previsível que somente nestas áreas consideradas marginais, sem o uso de irrigação e com baixíssimas produtividades, ocorrerão perdas de cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos. Para isso, o governo deve criar incentivos, com uma política de crédito para irrigação, custeio da lavoura e apoio à pesquisa e experimentação (SANTINATO et al., 1996). A tecnologia de irrigação é de implantação e operação onerosas, tornando-se necessário adotar práticas que contribuam para o aumento da produtividade e do lucro. Uma destas práticas é a fertirrigação, que tem como benefício a facilidade do parcelamento da adubação em cobertura, fornecendo nutrientes de acordo com a absorção da planta.

Com base em resultados de pesquisas e na experiência de agricultores, o uso combinado de fertilizantes na água de irrigação apresenta vantagens e limitações no que diz respeito à sua aplicação. As principais vantagens notadas no uso da fertirrigação, segundo FRIZZONE (1985), HERNANDEZ (1993) e COSTA et al. (1986), são: 1) melhor aproveitamento dos equipamentos de irrigação - em princípio, o mesmo sistema de injeção pode ser utilizado na introdução de diversas substâncias na água de irrigação, como, por exemplo, os defensivos agrícolas (herbicidas, inseticidas, fungicidas e nematicidas), além de reguladores de crescimento aplicados por intermédio da água de irrigação em grande número de culturas; 2) economia de mão-de-obra - a aplicação manual de fertilizantes é imprecisa e desuniforme e o uso da fertirrigação reduz os requerimentos de mão-de-obra na aplicação de adubos; 3) economia e praticidade - contrariamente aos outros métodos, o uso do equipamento de fertirrigação é prático e de fácil mobilidade, já que se trata de um equipamento central para toda uma área, parcela ou linha lateral; 4) distribuição uniforme e localizada dos fertilizantes - quando se utilizam sistemas de irrigação localizada, é possível uma melhor distribuição dos fertilizantes, por estes estarem diluídos na água de irrigação e os sistemas de irrigação, geralmente apresentam alta uniformidade de distribuição de água. Neste caso, os fertilizantes são aplicados onde ocorre maior concentração de raízes, ocorrendo melhor aproveitamento e menor perda por lixiviação de nutrientes. De acordo com PADILLA (1998), a fertirrigação coloca os íons na solução do solo em forma facilmente assimilável por parte da cultura, estabiliza e melhora a capacidade de troca catiônica (CTC) do complexo coloidal organomineral do solo, contribuindo dessa forma para um balanço catiônico adequado dos íons do solo que se encontram disponíveis para a planta; 5) aplicação em qualquer

fase de desenvolvimento da cultura - a aplicação de fertilizantes pode ser feita independentemente da cultura e das variações provenientes das necessidades específicas nas diferentes etapas de desenvolvimento da cultura: crescimento vegetativo, floração e maturação; 6) eficiência do uso e economia de fertilizantes - a aplicação fracionada dos nutrientes aumenta a sua assimilação pelas plantas e limita as perdas por lixiviação, proporcionando aproveitamento eficiente do fertilizante, isto é, resposta da cultura equivalente a uma menor quantidade de fertilizante aplicado, em comparação com outros métodos; 7) redução da compactação do solo e dos danos mecânicos à cultura - o tráfego de tratores na lavoura pode ser minimizado com a fertirrigação, além de economia com combustível e manutenção da frota e também da redução da compactação do solo e dos danos mecânicos às plantas; 8) controle de profundidade de aplicação e absorção - muitos fertilizantes exigem um certo teor de umidade para sua absorção a uma dada profundidade. De acordo com as características do solo, do fertilizante e da cultura, às vezes é conveniente aplicar o fertilizante pouco antes de finalizar a irrigação, para impedir a lixiviação de nutrientes. O controle de qualidade da água aplicada pela irrigação juntamente com o fertilizante permite fazer aplicações em profundidades de solo onde ocorre maior absorção radicular, evitando-se, dessa forma, perda de nutrientes por lixiviação; e 9) aplicação de micronutrientes - são geralmente elementos caros, aplicados em pequenas dosagens, portanto exige-se um sistema de aplicação mais preciso e eficiente.

Com relação às limitações, a maioria dos inconvenientes citados na literatura não se deve ao método em si, mas sim ao problema de manejo incorreto e à falta de informações que existe com relação a muitos aspectos ligados à nutrição das plantas. Os principais inconvenientes são: 1) entupimento - devido à precipitação causada pela incompatibilidade dos distintos fertilizantes entre si e quando utilizadas na água de irrigação, ou devido a problemas de salinidade; 2) corrosão - algumas partes metálicas da rede de distribuição podem ser danificadas, devido à atividade corrosiva de alguns fertilizantes; 3) reação dos fertilizantes na linha de distribuição, sobretudo os fosfatos, que podem provocar precipitados na rede de água através de reações, dependendo do nível de pH; 5) possibilidade de contaminação e envenenamento de fontes de água com produtos químicos, pondo em risco a saúde de pessoas e animais; 6) devido à pureza dos fertilizantes solúveis utilizados, existe o inconveniente de que faltam alguns elementos que aparecem como impurezas em adubos sólidos tradicionais, como, por exemplo, o enxofre. Os níveis, ou doses, de nutrientes para o cafeeiro irrigado em geral são os mesmos para o cafeeiro sem irrigação. Entretanto pelo desenvolvimento mais rápido, nota-se que na fase de formação os níveis de adubação exigidos superam os níveis do cafeeiro não-irrigado. No entanto, quantitativamente, nota-se que com a adoção da fertirrigação poderá haver economia de 15 a 20%, de acordo com dados experimentais que indicam o melhor aproveitamento dos nutrientes como consequência das menores perdas por lixiviação e

evaporação nestes sistemas (SANTINATO et al., 1996). Estes autores demonstram resultados experimentais obtidos com a fertirrigação de NK na formação de cafeeiros irrigados por gotejamento, com produtividade cerca de 25% maior que a adubação tradicional em cobertura. Para COSTA et al. (1986), embora a fertirrigação esteja sendo utilizada em algumas áreas irrigadas no Brasil, a falta de informação, principalmente sobre dosagens, tipo de fertilizantes mais recomendados, prevenção à formação de precipitados, modo e época de aplicação, reflete a necessidade de realizar pesquisas nessa área, levando em consideração as diversas condições do país. De acordo com CASTELLANOS (1998), as causas da resistência dos agricultores na adoção dessa prática são: a) razões econômicas - altos custos de investimento em comparação aos sistemas convencionais de produção; e b) razões tecnológicas - falta de suporte técnico que permita ao produtor garantir seu investimento em tempo relativamente curto, sem colocar em risco o seu capital fixo. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes produtos fertilizantes no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro arábica cultivado em condições de cerrado (Uberaba – MG), comparando-se com a adubação química convencional de cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Escola da Universidade de Uberaba (Uberaba – MG), em Latossolo Vermelho-Amarelo textura arenosa, a 850 metros de altitude, em lavoura de café Catuaí 144, plantado em dezembro de 1998 no espaçamento de 4,0 x 0,5 m. O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o de gotejamento marca Netafim, com emissores Tiran, vazão de 2,3 litros/hora, espaçados de 4,0 m entre linhas e 0,70 m entre plantas. Os fertilizantes foram injetados via água de irrigação, com a utilização de um injetor tipo Venturi ^{3/4}, com capacidade de injeção de até 250 litros/hora. Antes do início do experimento, procedeu-se à avaliação do sistema de irrigação, para determinação de sua uniformidade de aplicação. A avaliação de um sistema de irrigação é baseada na análise de medições de campo (Figura 1), sob condições usuais de operação, incluindo também estudos de possíveis modificações operacionais, como alteração na pressão de serviço dos emissores ou no tempo de aplicação. Foram determinados os seguintes coeficientes:

a) Coeficiente de uniformidade de emissão (CU)

$$CU = q_{25}/q_a \quad (1)$$

em que

q_a = vazão média de todos os emissores da instalação; e
 q_{25} = vazão dos emissores que constituem 25% das vazões mais baixas.

b) Coeficiente de uniformidade estatística (CUE)

$$CUE = 100(1 - CV_t) = 100(1 - \sigma/q_a) \quad (2)$$

em que

CUE = coeficiente de uniformidade estatística;
 CV_t = coeficiente de variação da vazão do emissor;
 σ = desvio-padrão da vazão do emissor; e
 q_a = média das vazões observadas.



Figura 1 - Coleta da vazão dos gotejadores.

Após avaliação do sistema de irrigação, foram aplicados os seguintes tratamentos: a) adubação de cobertura convencional química – adubo químico 20-05-20 em quatro aplicações; b) adubação de cobertura com adubos convencionais, via fertirrigação – adubo químico 20-05-20 em 16 aplicações, via água de irrigação; c) adubação de cobertura com adubos próprios para fertirrigação (99,9% de solubilidade) – adubo solúvel químico 20-05-20 em 16 aplicações, via água de irrigação; d) adubação de cobertura com fertilizantes organominerais sólidos – adubo organomineral 2-2-2 em quatro aplicações; e) adubação de cobertura com fertilizantes organominerais líquidos – adubo organomineral 16-2-16 em 16 aplicações, via fertirrigação. Para efeito de comparação, foram mantidas para os diferentes tratamentos as mesmas dosagens de N, K_2O e P_2O_5 . O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 parcelas experimentais de 100 m, com 200 pés de café, sendo escolhidos ao acaso 10 plantas em cada parcela para as seguintes medidas: a) diâmetro do caule a 15 cm de altura (a cada três meses, até a primeira produção); b) altura da planta (a cada três meses, até a primeira produção); e produção (anual). Para a comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey. O controle da irrigação foi realizado a partir de uma estação agrometeorológica automática, marca METOS, modelo Micrometos 300, que possibilitou a estimativa da evapotranspiração da cultura pelo Método de Penman-Monteith, segundo recomendações da FAO. Para efeito de comparação, também foram feitas medidas de evaporação no Tanque Classe A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão média dos gotejadores utilizados no experimento, após a avaliação de campo, foi de 2,16 l/h, e os coeficientes encontrados foram de 95,0% e 94,67, respectivamente para a uniformidade estatística e a uniformidade de distribuição, o que permite concluir que o sistema opera de forma extremamente satisfatória, especialmente para a prática da fertirrigação. Na Figura 2 encontram-se os valores de

precipitação medidos e os valores de evapotranspiração da cultura, estimados pela estação agrometeorológica automática, entre agosto de 2000 e abril de 2001. Nota-se que apenas nos meses de novembro de 2000 e janeiro de 2001 a precipitação excedeu a evapotranspiração. Nos demais meses, ocorreu déficit hídrico. Na Tabela 1 e na Figura 3 podem ser visualizados os dados de produtividade por hectare para os diferentes tratamentos. Analisando esses dados, pode-se visualizar que, na primeira safra, não foram verificadas grandes diferenças estatísticas entre os tratamentos. O tratamento que se baseou na aplicação de fontes químicas de nutrientes aplicados diretamente no solo foi ligeiramente superior aos demais, ao contrário do que se esperava. As fontes sólidas de fertilizantes organominerais, aplicadas no solo, apresentaram as menores produtividades nesta primeira safra, embora estatisticamente iguais à produtividade dos demais tratamentos.

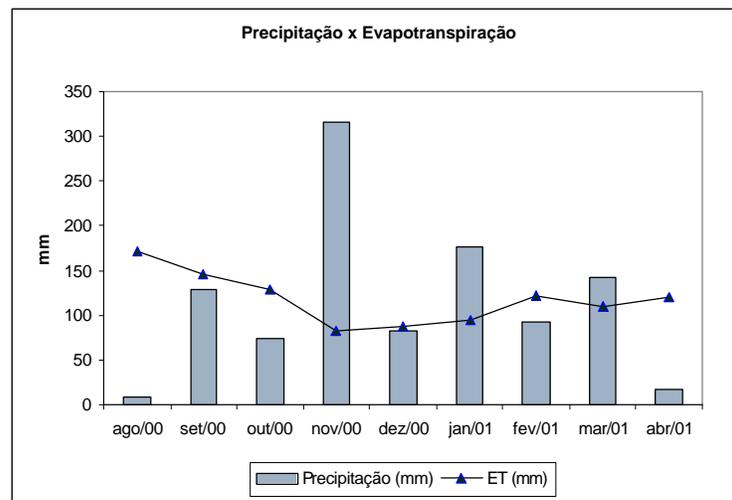


Figura 2 - Valores coletados de precipitação e dados estimados de evapotranspiração da cultura, pela estação agrometeorológica automática.

Tabela 1 - Dados de produção para os diferentes tratamentos (primeira safra, aos 30 meses)

Tratamentos	Produtividade (sc.ben/ha)			
	R1	R2	R3	Médias
Químico impor. fert.	60,4	60,8	71,4	64,18 A¹a²
Químico comum fert.	51,4	63,5	65,5	60,13 Aa
Organomineral líquido fert.	39,9	67,7	75	60,88 Aa
Químico comum solo	72,2	68,2	74	71,47 Aa
Organomineral sólido solo	46,9	54,7	70,1	57,23 Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no nível de significância indicado.

¹D.M.S. 1% = 38,44

²D.M.S. 5% = 29,11

CV = 17,27

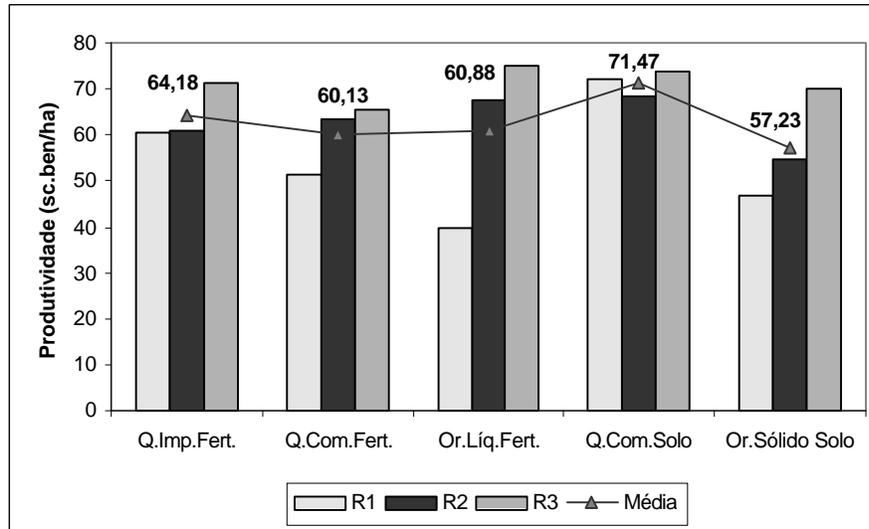


Figura 2 - Dados de colheita para os diferentes tratamentos (primeira produção, aos 30 meses).

Com o objetivo de definir a porcentagem de maturação das amostras, foram colhidos no pé 20 litros de café por parcela, de onde foram separados 100 frutos ao acaso, separados por tratamento em seco, cereja+passa, verde-cana, verde-duro e verde não-granado. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 2, onde é possível verificar a grande porcentagem de frutos verdes na colheita (verde-cana e verde-duro), característica marcante dessa lavoura, irrigada por gotejamento durante o seu desenvolvimento. Nas lavouras de sequeiro próximas, notou-se porcentagem inferior de frutos verdes, quando comparadas com as lavouras irrigadas.

Tabela 2 - Porcentagem de maturação do café colhido

Tipos de poda	Secos	Cereja + Passa	Verde cana	Verde duro	Verde não- granado
Químico impor. fert.	11,5	34,6	17,3	36,6	-
Químico comum fert.	13,5	21,6	13,6	51,3	-
Organomineral líquido fert.	10,0	26,6	26,7	36,7	-
Químico comum solo	29,6	29,7	11,1	29,6	-
Organomineral sólido solo	21,5	28,6	21,3	28,6	-

Com relação ao tempo de seca dos tipos de café colhidos, verificou-se que foram necessários 12, 16, 19 e 21 dias para secagem, respectivamente para secos, cereja+passa, verde-cana e verde-duro.

CONCLUSÕES

Para as condições de primeira safra, aos 30 meses, pode-se concluir preliminarmente que:

- As fontes de fertilizantes utilizadas, tanto em fertirrigação quanto em aplicação convencional no solo, não apresentaram diferenças significativas em termos de produtividade por área.
- Notou-se ligeira superioridade em termos de produtividade das fontes químicas de fertilizantes, aplicadas no solo, ao contrário do que se esperava.
- Em todos os tratamentos que foram irrigados por gotejamento durante seu desenvolvimento, notou-se grande porcentagem de frutos verdes colhidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTELLANOS, J. Z. Principios Básicos de Fertirrigacion. Memorias del I Seminario Internacional de Fertirrigacion, 24-26/09/1998, Inpofos, Sociedade Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, p.65-80.
- COSTA, E.F.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizante via água de irrigação. III Curso de uso e manejo de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 1986. v.12, n.129, p. 63-68.
- FRIZZONE, J.A; ZANINI, J.R.; DIAS PAES, L.A; NASCIMENTO, V.M. Fertirrigação mineral. Ilha Solteira, ENESP, **Boletim técnico 2**, 1985. 31p.
- FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; DOURADO NETO, D.. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. ESALQ – Depto. de Engenharia Rural – Séria Didática 08, 35p, 1994.
- HERNANDEZ, F. B. T. Potencialidades da fertirrigação. In: Simpósio Brasileiro sobre Fertilizantes Fluidos. **Anais...** p.199-210, 1993.
- PADILLA, W. A. Factores que limitan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Segundo Curso Internacional de Fertirrigacion en cultivos protegidos. Universidade San Francisco de Quito, Quito – Ecuador, Maio 1998, p.1-10.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na Cultura do Café**. Arbore, 1Ed, 140p. 1996.