

ESTUDO DE ESTRATÉGIAS PARA A MINIMIZAÇÃO DAS PERDAS DE NITROGÊNIO NA CAFEICULTURA IRRIGADA¹

André Luís Teixeira Fernandes², Roberto Santinato³, Anderson Carvalho⁴, Reginaldo Oliveira Silva⁵.

¹Trabalho financiado parcialmente pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café.

²Professor Doutor Universidade de Uberaba – UNIUBE e Faculdades Associadas de Uberaba - FAZU, coordenador do Curso de Eng. Ambiental – Uniube, Av. Nenê Sabino, 1801, 38055-500, Uberaba – MG, andre.fernandes@uniube.br, Fone: (0xx34) 3319-8963, Fax: (34) 3314-8910.

³Eng.º Agrônomo e Pesquisador do MAPA/ Procafé, Campinas – SP, fpsantinato@hotmail.com

⁴Acadêmico Agronomia Universidade Federal de Uberlândia, Bolsista de Iniciação Científica do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, Uberlândia, MG, andimagro@gmail.com.

⁵Gestor de Agronegócios, Gerente do Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari, MG, rs5059@gmail.com.

RESUMO: A utilização da irrigação na cafeicultura modificou radicalmente a distribuição geográfica do cultivo do café no Brasil, incorporando áreas antes não recomendadas para o plantio e transformando-as em novos pólos de desenvolvimento da cultura e das regiões. Estimativas indicam que existam cerca de 260 mil hectares de cafeicultura irrigada, representando cerca de 10% da cafeicultura brasileira. As lavouras cafeeiras irrigadas estão concentradas, principalmente, nos estados do Espírito Santo (60 a 65%), Minas Gerais (20 a 25%), Bahia (10 a 15%) e, em menores áreas, em Goiás, Mato Grosso, Rondônia e São Paulo. Com o objetivo de avaliar a fertirrigação do cafeeiro com a utilização de diferentes fontes de fertilizantes, instalou-se um experimento no Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari, MG, pertencente à ACA (Associação dos Cafeicultores de Araguari), em Araguari, MG, em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 51 (*Coffea arabica* L.). A lavoura foi estabelecida em 2001, com espaçamento de 3,7 m entre linhas e 0,7 m entre plantas, com 3.861 plantas ha⁻¹. Foram aplicados 9 tratamentos, sendo dois com aplicação de uréia na fertirrigação, 6 aplicados convencionalmente (uréia, uréia polimerizada e sulfato de amônio) e a testemunha, sem adubação. Comparando-se com a testemunha, a nutrição via fertirrigação e convencional proporcionou aumentos de produtividade de 45 a 93%.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição mineral e orgânica, café, irrigação.

STUDY OF STRATEGIES TO REDUCE LOSSES OF NITROGEN IN IRRIGATED COFFEE

ABSTRACT: The use of irrigation in coffee radically changed the geographic distribution of coffee growing in Brazil, incorporating areas that were previously not recommended for planting, and turning them into new centers of development of the culture and the regions. Estimates indicate that there are approximately 260 000 hectares of coffee crop, representing about 10% of Brazilian coffee. The irrigated coffee plantations are mostly concentrated in the states of Espírito Santo (60-65%), Minas Gerais (20-25%), Bahia (10-15%), and in smaller areas in Goiás, Mato Grosso, Rondônia and São Paulo. In order to evaluate the fertirrigation of coffee with the use of different sources of fertilizers, an experiment was settled in the Experimental Izidoro Bronzi, Araguari, MG, belonging to the ACA (Association of Coffee Growers in ARAGUARI) in ARAGUARI, MG, in Catuaí Vermelho IAC 51 (*Coffea arabica* L.). The plantation was established in 2001, with spacing of 3.7 m between rows and 0.7 m between plants, with 3,861 plants ha⁻¹. 9 treatments were applied, two with urea application in fertirrigation, 6 conventionally applied (urea, polymerized urea and ammonium sulfate) and a control without fertilization. Comparing with the control, nutrition via fertirrigation and conventional fertirrigation provided increases in productivity from 45 to 93%.

KEY WORDS: mineral and organic nutrition, coffee, irrigation.

INTRODUÇÃO

A irrigação do cafeeiro tem recebido grande destaque nos últimos anos, sendo tal interesse devido a vários fatores, dentre os quais se destacam: a expansão da cafeicultura para novas fronteiras; a evolução da técnica da irrigação; a diminuição dos custos dos sistemas de irrigação e a mentalidade do cafeeiro no sistema de produção café, priorizando a eficiência e a qualidade da produção (MANTOVANI; SOARES, 2003 e SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008).

Para que a irrigação seja uma prática viável, torna-se necessário adotar práticas que contribuam para o aumento da produtividade e do lucro. Uma destas práticas é a fertirrigação, que tem como benefício à 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. Em experimento conduzido em Rio Preto, MG, Antunes et al. (2000), estudando o efeito da irrigação e da fertirrigação na produção do cafeeiro Catuaí Vermelho com oito anos de idade, verificou superioridade de 66% do tratamento irrigado em relação à testemunha não irrigada e 123% de superioridade dos tratamentos fertirrigados.

Fernandes et al. (2007), em experimento conduzido em Uberaba, MG, avaliaram os seguintes tratamentos: adubação de cobertura convencional química; adubação de cobertura com adubos sólidos convencionais, via fertirrigação; adubação de cobertura com adubos próprios para fertirrigação, de alta solubilidade; adubação de cobertura com fertilizantes organominerais sólidos, produzidos com resíduos orgânicos enriquecidos com minerais e adubação de cobertura com fertilizantes organominerais líquidos. Para efeito de comparação, mantiveram-se, para os diferentes tratamentos, as mesmas doses de N, P₂O₅ e K₂O. Após quatro safras, concluiu-se que as fontes de fertilizantes utilizadas, tanto em fertirrigação quanto na aplicação convencional no solo, não apresentaram diferenças significativas em termos de produtividade do cafeeiro. Com relação à qualidade final do café avaliada após análise sensorial da bebida obtida pelos diferentes tratamentos, também não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar diferentes estratégias de fertirrigação mineral para o cafeeiro irrigado por gotejamento na região de Araguari, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental da ACA (Associação dos Cafeicultores do Cerrado), em Lavoura de café situada na FAZENDA CHAPARRAL, às margens da Rodovia do Café, Km 09, município de Araguari (MG), latitude 18°38', altitude 820 m. O clima é classificado pelo método de Köppen, como Aw, tropical quente e úmido, com inverno frio e seco. A precipitação anual é de 1606 mm e a temperatura média anual é de 21,9°C.

O sistema de irrigação é o de gotejamento, com emissores autocompensantes. O café, da variedade IAC15 (Catuaí vermelho), foi plantado em dezembro de 2002, no espaçamento 4,0 x 0,5 m. Antes do início da aplicação dos tratamentos, por ano, são realizadas avaliações da uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento, calculando-se os coeficientes: a) coeficiente de uniformidade estatística (Us); b) coeficiente de uniformidade de emissão (CUE) e coeficiente de uniformidade de emissão absoluta (CUEa).

Os tratamentos utilizados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos (Uréia-45% N; Nitrato de amônio-32% N; uréia polimerizada- 41%).

TRATAMENTOS	DOSE DE N (kg ha ⁻¹)	FONTES DE N (DOSE)	FORMA DE APLICAÇÃO
1	0	Testemunha	-
2	210	Uréia agrícola (3 x 155 kg ha ⁻¹)	Convencional
3	300	Uréia agrícola (3 x 222 kg ha ⁻¹)	
4	210	Uréia polimerizada N (3 x 171 kg ha ⁻¹)	
5	300	Uréia polimerizada N (3 x 244 kg ha ⁻¹)	
6	210	Nitrato de Amônio (3 x 218 kg ha ⁻¹)	
7	300	Nitrato Amônio (3 x 312 kg ha ⁻¹)	
8	210	Uréia agrícola (40 x 12 kg ha ⁻¹)	
9	300	Uréia agrícola (40 x 17 kg ha ⁻¹)	

O delineamento experimental é o de blocos ao acaso com quatro repetições, com 9 tratamentos, relativos a duas doses de nitrogênio (210 e 300 kg/ha), 3 fontes (uréia, uréia polimerizada e nitrato de amônio), aplicados via convencional (tratorizada) ou em fertirrigação. A parcela experimental é formada por, em média, 25 plantas, com espaçamento de 4,0 x 0,5 m (5.000 plantas ha⁻¹). Para o manejo da irrigação, estão sendo utilizados dados de estação meteorológica automática, a partir dos quais é estimada a evapotranspiração da cultura, pelo método de Penman-Monteith, padrão FAO.

Os fertilizantes foram aplicados superficialmente, nos tratamentos com adubação convencional (sob a projeção da copa), e parcelados em três aplicações (novembro, janeiro e) juntamente com a adubação potássica (3 x 145 Kg KCl ha⁻¹).

Nos tratamentos fertirrigados, a aplicação foi feita através de bomba injetora centrífuga, sendo realizada semanalmente a partir de setembro de cada ano, até junho do ano subsequente (10 meses de fertirrigação), com as doses conforme a Tabela 1.

Foram avaliados aspectos biométricos e de produtividade. Na colheita, foi feita avaliação da produtividade e da maturação dos frutos. Para a verificação da normalidade e da homocedasticidade, foram utilizados os testes *Kolmogorov-Smirnov* e *Bartlett*, respectivamente. Também foi utilizada a ANOVA e, após a verificação da significância da ANOVA, foram feitos testes de comparações múltiplas entre as médias dos tratamentos.

Para o controle da irrigação, foi calculada a evapotranspiração da cultura do café através de dados obtidos em estação agrometeorológica automática instalada próxima à lavoura de café. Para o balanço hídrico climatológico, os dados de precipitação também foram medidos pela mesma estação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, consta o balanço hídrico climatológico para a região de Araguari, MG nos anos de 2011, 2012, até agosto de 2013, calculado a partir dos dados obtidos na estação meteorológica do campo experimental. Verifica-se que o déficit hídrico chegou próximo a 250 mm, em outubro de 2011 e 160 mm, em novembro de 2012. É importante observar também, que nos anos de 2011 e 2012 do experimento, as chuvas normalizaram apenas em meados de dezembro, quando o déficit hídrico ficou próximo de zero. Em 2013, o déficit hídrico iniciou mais cedo a partir do final início de junho. Na Figura 2, consta a distribuição das precipitações dos anos de 2012 e 2013 do experimento, comparados com as médias normais da região. Nota-se que em 2013 houve veranico em fevereiro, enquanto 2012 teve a distribuição de chuvas mais próxima das médias normais da região.

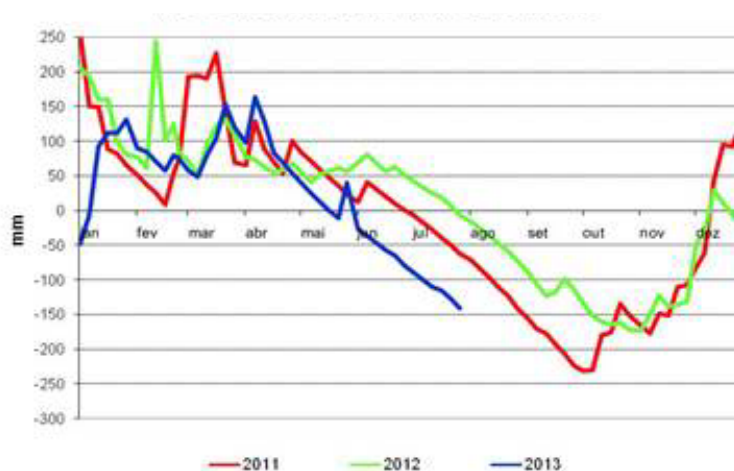


Figura 1 – Balanço hídrico climatológico, 2011 a 2013, Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari, MG.

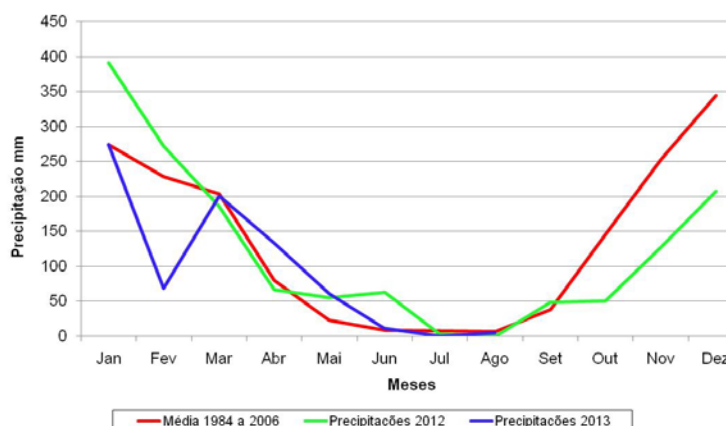


Figura 2 – Comparação da distribuição de chuvas em 2012 e 2013, comparadas com o período de 1984 a 2006, Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari, MG.

Com relação ao número de internódios (Tabela 2), nota-se superioridade, nas duas avaliações (dezembro de 2011 e maio de 2012) dos tratamentos em relação à testemunha. Já na avaliação de outubro de 2012, não houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos, e na safra de maio de 2013, nota-se que a testemunha se apresenta inferior em relação aos tratamentos, sendo o tratamento superior nitrato de amônio ($3 \times 218 \text{ kg ha}^{-1}$).

Na Tabela 3 estão dispostos os valores de produtividade dos diferentes tratamentos, em três safras. Nota-se, na primeira safra, superioridade dos tratamentos com aplicação da uréia agrícola, tanto em fertirrigação (40 x 17 kg ha⁻¹) quanto em aplicação convencional (3 x 222 kg ha⁻¹). Na segunda safra, houve diferença significativa apenas entre a testemunha e os tratamentos, e na terceira safra observa-se superioridade dos tratamentos com aplicação de uréia polimerizada N (3 x 244 kg ha⁻¹), nitrato de amônio (3 x 218 kg ha⁻¹), nitrato amônio (3 x 312 kg ha⁻¹), uréia agrícola (40 x 12 kg ha⁻¹) e uréia agrícola (40 x 17 kg ha⁻¹). Na média das 3 safras, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos com relação à produtividade, apenas diferenças comparando-se com a testemunha. Atribuindo-se valor 100 à testemunha, observa-se que, na média de 3 anos, a superioridade dos tratamentos adubados convencionalmente e em fertirrigação, em relação à testemunha, foram de 55 a 93%.

Comparando-se as produções anuais, verifica-se 1 ano de alta (2011/2012) e dois de baixa (2010/2011 e 2012/2013), devido à bienalidade da cultura. A bianualidade do cafeeiro que, segundo Rena & Maestri (1985), se constitui em fator significativo na cultura do café, próprio de sua natureza fisiológica, com safras altas e baixas, necessitando vegetar em um ano para produzir bem no ano seguinte. Camargo & Camargo (2001) confirmam esta informação, afirmando que o cafeeiro leva dois anos para completar o ciclo fenológico de frutificação, ao contrário da maioria das plantas que completam o ciclo reprodutivo no mesmo ano fenológico.

Tabela 2 – Avaliações biométricas (número de internódios) em cada tratamento, Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari – MG.

Tratamento	Número de internódios			
	Dezembro / 2011	Maior / 2012	Outubro / 2012	Maior / 2013
Trat. 01 "Testemunha"	4,0 b	7,0 b	2,75 a	9,25 c
Trat. 02 "Uréia agrícola (3 x 155 kg ha-1)"	5,7 a	10,0 ab	2,0 a	12,75 ab
Trat. 03 "Uréia agrícola (3 x 222 kg ha-1)"	5,6 a	9,5 ab	1,75 a	12,75 ab
Trat. 04 "Uréia polimerizada N (3 x 171 kg ha-1)"	5,8 a	11,5 a	1,75 a	11,25 bc
Trat. 05 "Uréia polimerizada N (3 x 244 kg ha-1)"	5,7 a	10,7 ab	2,25 a	11,25 bc
Trat. 06 "Nitrato de Amônio (3 x 218 kg ha-1)"	5,7 a	11,5 a	1,5 a	14,25 a
Trat. 07 "Nitrato Amônio (3 x 312 kg ha-1)"	5,8 a	11,2 a	2,25 a	11,75 ab
Trat. 08 "Uréia agrícola (40 x 12 kg ha-1)"	5,7 a	10,5 ab	1,75 a	13,0 ab
Trat. 09 "Uréia agrícola (40 x 17 kg ha-1)"	5,7 a	11,2 a	2,25 a	12,75 ab
C.V. %	3,19%	15,34%	41,84%	9,76%

Tabela 3 – Dados de produtividade das três primeiras safras para os diferentes tratamentos, Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari – MG.

Tratamento	Sacas Beneficiadas / ha				PR %
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	Média	
Trat. 01 "Testemunha"	43,2 ab	18,9 b	18,2 b	26,8 b	100
Trat. 02 "Uréia agrícola (3 x 155 kg ha-1)"	46,5 a	67,5 a	31,7 ab	48,6 a	181
Trat. 03 "Uréia agrícola (3 x 222 kg ha-1)"	34,7 ab	62,9 a	29,9 ab	42,5 a	159
Trat. 04 "Uréia polimerizada N (3 x 171 kg ha-1)"	36,5 ab	68,3 a	28,9 ab	44,6 a	166
Trat. 05 "Uréia polimerizada N (3 x 244 kg ha-1)"	17,5 b	74,9 a	36,0 a	42,8 a	160
Trat. 06 "Nitrato de Amônio (3 x 218 kg ha-1)"	34,3 ab	64,2 a	36,2 a	44,9 a	168
Trat. 07 "Nitrato Amônio (3 x 312 kg ha-1)"	34,7 ab	85,4 a	34,6 a	51,6 a	193
Trat. 08 "Uréia agrícola (40 x 12 kg ha-1)"	34,5 ab	55,7 a	34,5 a	41,6 a	155
Trat. 09 "Uréia agrícola (40 x 17 kg ha-1)"	49,8 a	65,6 a	35,4 a	50,3 a	188
C.V. %	29,82	21,84	20,33	27,91	

CONCLUSÕES

Nas condições do ensaio, após 3 anos de condução do experimento, pode-se concluir que comparando-se com a testemunha, a nutrição via fertirrigação e convencional proporcionou aumentos de produtividade de 55 a 93%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. C. B.; RENA, A. B.; MANTOVANI, E. C.; ALVARENGA, A. P.; Costa, L. C.; DIAS, A. S. C. Influência da fertirrigação em nitrogênio e potássio nos componentes vegetativos do cafeeiro arábica em formação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, Poços de Caldas, *Anais...*, 2000.
- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.
- FERNANDES, André L. T. et al. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v. 11, n. 2, Apr. 2007.
- MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. *Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos*. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV, DEA, 2003, 260p. (Boletim Técnico, 8).
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.26-40, 1985.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. *Irrigação na Cultura do Café*. 2 ed., Belo Horizonte: O Lutador, 476p., 2008.
- SOARES, A.R.; MUDRIK, A.S.; SILVA, T.C.; MANTOVANI, E.C. Estudo sobre a utilização de distintas fontes de nitrogênio e potássio na produtividade dos cafeeiros irrigados e fertirrigados (resultado de três colheitas). In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 3, Porto Seguro, *Anais...*, 2003.