

CRESCIMENTO INICIAL DE DUAS CULTIVARES DE CAFEIEIRO EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS E DOSAGENS DE FERTIRRIGAÇÃO

ROBERTO REZENDE¹, CELSO HELBEL JÚNIOR², RENAN S. DE SOUZA³,
FAUSTO M. ANTUNES⁴, JOSÉ A. FRIZZONE⁵

RESUMO: O experimento foi conduzido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), Universidade Estadual de Maringá (UEM), tendo como objetivo avaliar os efeitos de diferentes regimes hídricos (irrigado e não irrigado) e fertirrigação, combinados com diferentes doses de adubo para N (15; 30; 45 e 60 g m⁻¹), P (3; 6; 9 e 12 g m⁻¹) e K (15; 30; 45 e 60 g m⁻¹), na fase de crescimento inicial de duas cultivares de café, na região noroeste do Paraná. Foram avaliadas as seguintes variáveis de crescimento da cultura: diâmetro de copa, altura de planta e número de ramos plagiotrópicos totais. Observou-se que a fertirrigação e a irrigação influenciaram no desenvolvimento inicial do cafeeiro, aumentando os valores de todas as variáveis avaliadas. A interação entre regimes hídricos e fertirrigação versus doses de NPK foi significativa para algumas variáveis de crescimento, porém esses resultados não apresentaram tendência comum, que permitisse constatar qual a dose mais indicada para cada regime hídrico na fase de crescimento inicial do cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, irrigação localizada, fertirrigação.

INITIAL GROWTH OF TWO COFFEE CULTIVARS IN DIFFERENT HYDRIC REGIMES AND FERTIGATION DOSAGES

ABSTRACT: The experiment was conducted at the Technical Center for Irrigation, Maringá State University. The objective was to evaluate the effects of different water regimes (irrigation and no irrigation) and fertilization-irrigation, combined with different manure doses for N (15; 30; 45 and 60 g m⁻¹), P (3; 6; 9 and 12 g m⁻¹) and K (15; 30; 45 and 60 g m⁻¹), during the initial growth phase of two coffee cultivars, in the north-western region of the state of Paraná. The following culture growth variables were evaluated: top diameter, height of plant and number of total plagiotropic branches. Fertilization-irrigation and irrigation affected the initial development of coffee, increasing the values of all evaluated variables. Interaction between water regimes and fertilization-irrigation with NPK doses was significant for certain growth variables, however results didn't present a common trend, that would indicate which dose was adequate for each water regime during the initial growth phase of the coffee shrub.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, located irrigation, fertigation.

INTRODUÇÃO

Segundo MANTOVANI et al. (2004), apesar da maior concentração das áreas irrigadas em regiões com restrições hídricas importantes, durante períodos extensos do ano, é grande também a implantação de projetos de irrigação em áreas tradicionais de cafeicultura de sequeiro, onde os avanços da irrigação têm permitido vantagens competitivas, traduzidas em maior produtividade da lavoura e melhor qualidade do produto final. Como as regiões cafeeiras têm passado por veranicos prolongados, mesmo em regiões onde a soma da precipitação anual satisfaz as necessidades da

¹ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Agronomia, UEM, Av. Colombo, 5790, Maringá - PR, Fone (0XX44) 3011.4316, rrezende@uem.br.

² Eng^o Agrônomo, Pesquisador Doutor, IAPAR, Londrina - PR, jrhelbel@ibest.com.br.

³ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UEM, Maringá - PR.

⁴ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UEM, Maringá - PR.

⁵ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 19-12-2008

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 1^o-2-2010

cultura do café, é fundamental que se utilizem técnicas para evitar déficits hídricos elevados, comprometendo a produção.

No Paraná, as condições edafoclimáticas possibilitam o cultivo do café sem irrigação na quase totalidade das áreas produtoras, que correspondem a 7% da área nacional. No entanto, mesmo nestas condições favoráveis, o uso da irrigação permite a antecipação do plantio, que possibilita a otimização da mão de obra e dos recursos financeiros, com a grande vantagem de antecipação da primeira colheita (MANTOVANI, 2000).

SILVA et al. (2003), em experimento em Lavras, Estado de Minas Gerais, safra de 2001/2002, estudando três épocas de irrigação (1^o a 30-9, 15-7 a 30-9 e 1^o a 30-9) e regimes hídricos, observaram que a irrigação realizada entre 1^o a 30-9 proporcionou maior produção, 58 sacas ha⁻¹, correspondendo a uma produtividade 186% superior à não irrigada.

A fertirrigação consiste na fertilização combinada com a irrigação, isto é, os adubos minerais são injetados na água de irrigação para formar “água de irrigação enriquecida” (VITTI et al., 1994). No Brasil, a fertirrigação vem firmando-se como uma técnica muito promissora, principalmente entre os proprietários de sistemas de irrigação por métodos pressurizados (aspersão e localizada), porque, por meio deles, a água é conduzida e aplicada através de condutos fechados e sob pressão, permitindo melhor controle da aplicação (LEITE JÚNIOR, 2003).

Segundo SANTANA et al. (2004), em sistemas de irrigação localizada, ocorre economia de água, uma vez que se molha apenas a região próxima à planta e obtém-se maior eficiência de aplicação. Favorece, ainda, à irrigação localizada, o fato de, no primeiro ano de cultivo do cafeeiro, predominar a evaporação da água do solo sobre a transpiração da cultura.

A utilização da fertirrigação oferece diversas vantagens em comparação com o método convencional de aplicação de fertilizantes. Entre elas, pode-se destacar a não compactação do solo e o fim de injúrias mecânicas nas plantas, causadas pela entrada de equipamentos pesados nas áreas de cultivo para promover a adubação pelos métodos tradicionais; menor quantidade de equipamento exigido e menor gasto de energia; a dosagem de nutrientes pode ser mais cuidadosamente regulada, monitorada, distribuída e parcelada no perfil do solo, conforme as necessidades da cultura ao longo de seu ciclo fenológico (COELHO & SILVA, 2005).

Os poucos trabalhos na área de fertirrigação no Brasil e a pouca divulgação dos resultados entre os irrigantes tornam essa técnica ainda pouco conhecida (BOMAN, 1995). PRADO & NASCIMENTO (2003) ressaltaram que, em se tratando de adubação de formação, existem na literatura poucos trabalhos de pesquisa realizados para fundamentar uma recomendação específica para esta fase de desenvolvimento do cafeeiro, existindo praticamente apenas as recomendações gerais.

Ante este quadro, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado) e fertirrigação, combinados com diferentes doses de adubo para N (15; 30; 45 e 60 g m⁻¹), P (3; 6; 9 e 12 g m⁻¹) e K (15; 30; 45 e 60 g m⁻¹), na fase de crescimento inicial, em duas variedades de café, na região noroeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Centro Técnico de Irrigação (CTI), que pertence ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá - PR, latitude 23°25' S, longitude 51°57' W e altitude média de 542 m. Segundo Köeppen, o clima é do tipo Cfa mesotérmico úmido com chuvas abundantes no verão e inverno seco. O solo onde foi instalado o experimento é da classe Nitossolo Vermelho distroférrico, com horizonte A moderado, textura argilosa, fase Floresta Tropical Subperenifólia (EMBRAPA, 1999).

Para as caracterizações química e física do solo, foram coletadas amostras da área experimental, dividida em quatro setores, nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m (Tabelas 1 e 2), analisadas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da UEM.

TABELA 1. Características físicas do solo nas camadas de 0 a 0,20 m e 0,20 m a 0,40 m. **Soil physical characteristics in layers from 0 to 0,20 m and from 0,20 m to 0,40 m.**

Identificação da Amostra (m)	%				Textura
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
0-0,20	04	16	10	70	argilosa
0,20-0,40	4	12	05	79	argilosa

TABELA 2. Resultados para análise química do solo, antes do plantio, nas camadas de 0 a 0,20 m e 0,20 m a 0,40 m, para cada setor irrigado. **Results for chemical analysis of soil, before planting, in layers from 0 to 0,20 m and from 0,20 m to 0,40 m, for each irrigated sector.**

Setor Irrigado	Prof. (m)	pH CaCl ₂	cmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³		g dm ⁻³		V%
			Al ³⁺	H ¹⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ¹⁺	SB	CTC	P	C	
Setor 1	0-0,20	5,0	0,0	4,61	5,01	2,23	0,66	7,90	15,51	1,9	14,22	63,2
	0,20-0,40	5,0	0,0	4,96	6,24	2,65	0,36	9,25	14,21	0,3	11,85	65,1
Setor 2	0-0,20	5,4	0,0	4,28	7,42	2,99	0,94	11,35	15,63	3,8	18,57	72,6
	0,20-0,40	5,5	0,0	3,97	8,89	3,04	0,59	12,52	16,49	1,3	13,43	75,9
Setor 3	0-0,20	5,1	0,0	4,61	6,06	2,43	0,78	9,27	13,88	2,1	11,46	66,8
	0,20-0,40	5,2	0,0	4,28	6,45	2,39	0,57	9,41	13,69	1,1	12,25	68,7
Setor 4	0-0,20	5,3	0,0	4,28	6,44	2,50	0,60	9,54	13,82	0,6	9,88	69,0
	0,20-0,40	5,4	0,0	3,97	6,16	2,30	0,26	8,72	12,69	0,1	9,10	68,7

O plantio foi realizado em dezembro de 2005, com espaçamento de 2,0 m entre linhas de plantas e 1,0 m entre plantas na linha, o que configurou um sistema adensado, com 5.000 plantas por hectare. A área total do experimento foi de 0,36 ha, sendo utilizadas 1.800 plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Foram plantadas, neste trabalho, mudas das cultivares Obatã e IAPAR-59, de origem pé-franco, distribuídas alternadamente a cada três linhas, num total de 24 linhas, com comprimento médio de 40 m.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas quatro porcentagens da dose recomendada de adubação NPK (tratamento principal), sorteadas, cada uma formando um setor da área experimental, com aproximadamente 0,09 ha. Em seguida, dentro de cada setor, as subparcelas foram compostas pelas linhas de plantas que receberam, por meio de sorteio, os tratamentos regime hídrico não irrigado e irrigado, e a fertirrigação (tratamentos secundários).

A definição da dose recomendada, na fase de formação do cafeeiro, foi baseada em MATIELLO et al. (2005), que indica a dose de 30 g m⁻¹ para N e K. Além da dosagem recomendada, foram aplicados 15 g m⁻¹, 45 g m⁻¹ e 60 g m⁻¹. Para o P, a dose recomendada é de 6 g m⁻¹. Assim, também se variou esta dose aplicando-se 3 g m⁻¹, 9 g m⁻¹ e 12 g m⁻¹.

Cada unidade experimental constituiu-se em uma planta útil, escolhida ao acaso, nas linhas de cultivo, tendo como bordadura as linhas de plantas periféricas da área experimental e as três plantas iniciais e finais de cada linha.

Os tratamentos originaram-se da combinação das quatro doses de NPK, com dois regimes hídricos (com irrigação, sem irrigação) e fertirrigação, totalizando 12 tratamentos, com dez

repetições por subparcela, com uma planta útil representando uma repetição, em cada cultivar de café (Obatã e IAPAR-59), totalizando 20 plantas analisadas por parcela experimental.

Após o plantio, a lavoura experimental foi irrigada em todas as linhas de cultivo pelo sistema de irrigação localizada por gotejamento, a fim de garantir o “pegamento” uniforme das mudas até o início e diferenciação dos tratamentos, em agosto de 2006 (240 dias após o plantio). Durante o período de condução do experimento, que foi de dezembro de 2005 a fevereiro de 2007 (457 dias após o plantio), procedeu-se aos tratos culturais e controle fitossanitário, sempre que necessário, seguindo as recomendações sugeridas por MATIELLO et al. (2005).

O sistema de gotejamento foi composto por emissores da marca Goldendrip, autocompensantes, com vazão nominal de $1,2 \text{ L h}^{-1}$ e pressão de serviço de 1,0 kPa. Os gotejadores foram instalados sob a superfície do solo, a 0,20 m do caule das plantas, de maneira que a superfície molhada formasse uma faixa contínua ao longo da linha de plantio. O espaçamento entre gotejadores na linha foi de 0,4 m e 2,0 m entre linhas.

O manejo da irrigação foi realizado através do *software* IRRIGA, também utilizado por FREITAS et al. (2008). Sua metodologia baseia-se no monitoramento do ambiente físico com utilização de algumas variáveis climáticas para estimar a ET_C (evapotranspiração da cultura) do cafeeiro em formação, a partir da ET_0 (evapotranspiração de referência), o que vai definir o seu consumo de água. Os dados climatológicos utilizados, tais como a temperatura média, máxima e mínima, e umidade relativa do ar, assim como a velocidade do vento, precipitação e insolação foram obtidos diariamente junto à Estação Climatológica da UEM.

As aplicações das doses dos fertilizantes, nas parcelas fertirrigadas, foram realizadas através da injeção, na linha principal do sistema de irrigação, antes do sistema de filtragem. Utilizou-se como equipamento injetor uma bomba centrífuga de 0,5 cv, com rotor de Noryl[®], instalada de maneira afogada. Essa promovia a sucção da solução de água e fertilizante, a partir de um reservatório com capacidade de 150 L.

No período de adubação do experimento, foram utilizados como fonte de NPK, na fertirrigação, nitrato de cálcio, fosfato monoamônio (MAP) e nitrato de potássio. Na adubação convencional, utilizou-se o formulado comercial 20-05-20.

Foram avaliados os seguintes parâmetros de crescimento da cultura: diâmetro de copa, altura de planta, e número de ramos plagiotrópicos totais. O diâmetro de copa e a altura de planta foram medidos com uma trena fixada em um tubo de PVC 3/4”. O número de ramos plagiotrópicos foi avaliado através da contagem direta por planta. Essas avaliações foram realizadas em fevereiro de 2007 (457 dias após plantio).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, foi aplicado teste de Scott-knott para as variáveis qualitativas (regimes hídricos e cultivares), e análise de regressão para as variáveis quantitativas (doses de NPK). Nessas análises foi utilizado o *software* estatístico Sisvar, conforme FERREIRA (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao término do experimento, todas as variáveis de crescimento da cultura apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos. Os efeitos da interação dos tratamentos regime hídrico, fertirrigação e porcentagem da dose recomendada de fertilizantes não apresentaram resultados com tendência de comportamento comum a todas as variáveis, ou seja, apresentaram respostas desuniformes.

Diâmetro de copa

Para Obatã e IAPAR-59, o diâmetro de copa foi influenciado significativamente pela interação entre os fatores regime hídrico, fertirrigação e dose de fertilizantes (Tabela 3).

TABELA 3. Valores de P>F obtidos por meio da análise de variância para a característica diâmetro de copa (DCOPA) (m) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **P>F values obtained through variance analysis for crown diameter (DCOPA) (m) and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Causas de Variação	Cultivares	
	Obatã DCOPA	IAPAR-59 DCOPA
Dose de fertilizante	0,0014*	0,0122*
Regime hídrico	0,0000*	0,0000*
Dose de fertilizante x regime hídrico	0,0035*	0,0428*
Média Geral (m)	1,69	1,60
C.V.1 (%)	6,79	6,13
C.V.2 (%)	5,81	6,56

* significativo a 5% de probabilidade.

Foi analisada a variância para os desdobramentos, nos quais se fixaram regime hídrico e fertirrigação, variando-se as doses de fertilizantes. Para aqueles que apresentaram efeito significativo, aplicou-se análise de regressão. Somente para as plantas que receberam fertirrigação, a variação das doses apresentou diferenças significativas.

A equação que melhor se ajustou aos dados observados para a cultivar Obatã foi a equação linear, apresentada na Figura 1.

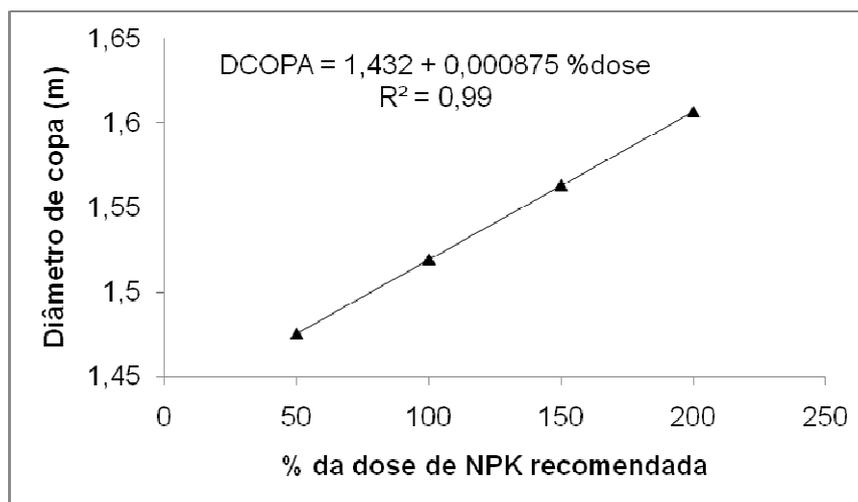


FIGURA 1. Diâmetro de copa do cafeeiro (m), cultivar Obatã, no tratamento fertirrigado, em função das doses de fertilizantes. **Coffee crown diameter (m), cultivar Obatã, in the fertirrigated treatment as a function of fertilizer's rates.**

Observando o comportamento do gráfico, pode-se afirmar que o cafeeiro (cultivar Obatã) apresenta resposta crescente às doses de NPK, destacando-se o papel de N e K, elementos fundamentais para o crescimento dessa cultura (VAAST et al., 1998) na fase inicial da lavoura.

O diâmetro de copa das plantas, submetidas à fertirrigação, da cultivar IAPAR-59, apresentou resposta quadrática significativa às porcentagens de doses de NPK, como se pode verificar na Figura 2.

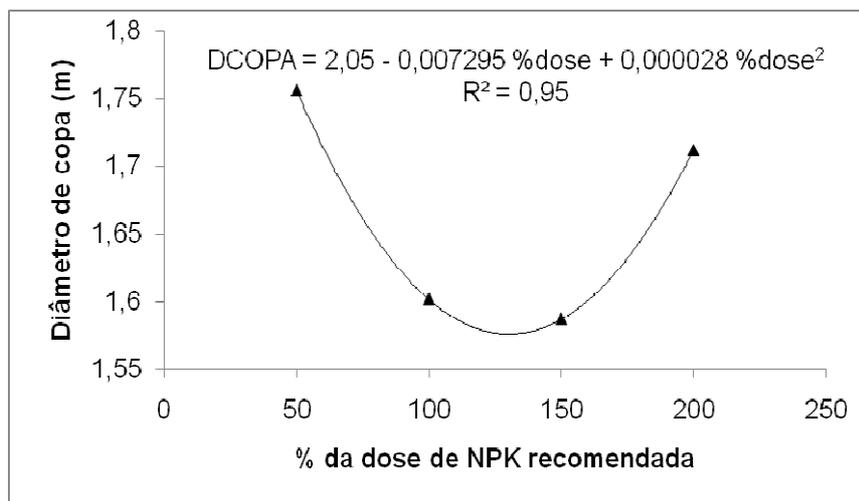


FIGURA 2. Diâmetro de copa do cafeeiro (m), cultivar IAPAR-59, no tratamento fertirrigado, em função das doses de fertilizantes. **Coffee crown diameter (m), cultivar IAPAR-59, in the fertirrigated treatment as a function of fertilizer's rates.**

Observa-se um decréscimo do diâmetro de copa nas doses 2 (30 g m⁻¹ de N; 6 g m⁻¹ de P; 30 g m⁻¹ de K) e 3 (45 g m⁻¹ de N; 9 g m⁻¹ de P; 45 g m⁻¹ de K), quando comparadas às doses 1 (15 g m⁻¹ de N; 3 g m⁻¹ de P; 15 g m⁻¹ de K) e 4 (60 g m⁻¹ de N; 12 g m⁻¹ de P; 60 g m⁻¹ de K). Possivelmente, esse comportamento tem relação com os teores de potássio e fósforo no solo, dos setores de aplicação das referidas doses, conforme os dados da Tabela 2. Esses teores são maiores nos setores onde foram aplicadas as doses 2 e 3 do que nos setores onde foram aplicadas as doses 1 e 4, justificando o observado na Figura 2.

Na Tabela 4, mostra-se que o diâmetro de copa, no regime hídrico irrigado, foi influenciado significativamente, em ambas as cultivares, quando comparado com o tratamento que não recebeu irrigação. Tal como neste trabalho, CARVALHO et al. (2006) constatou que o diâmetro de copa do cafeeiro da cultivar Rubi MG-1192, foi influenciado positivamente pela irrigação, salientando-se o quanto essa pode ser benéfica ao desenvolvimento do cafeeiro.

TABELA 4. Valores médios obtidos para a característica diâmetro de copa (DCOPA) (m) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **Average values obtained for crown diameter (m) and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Tratamento	Cultivares	
	DCOPA (m)	DCOPA (m)
	Obatã	IAPAR-59
Não Irrigado	1,65 b	1,50 c
Irigado	1,76 a	1,62 b
Fertirrigado	1,66 b	1,67 a

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade.

Altura de planta

Das causas de variação analisadas para a cultivar Obatã, somente regime hídrico e fertirrigação apresentaram efeito significativo para a variável altura de planta (Tabela 5). Assim, constataram-se os efeitos significativos dos tratamentos fertirrigados e irrigados que proporcionaram maior altura das plantas em relação ao regime não irrigado.

TABELA 5. Valores de P>F obtidos por meio da análise de variância para a característica altura de planta (AP) (m) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **P>F values obtained through variance analysis for plant height (m) and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Causas de Variação	Cultivares	
	Obatã AP	IAPAR-59 AP
Dose de fertilizante	0,1251 ^{NS}	0,0375*
Regime hídrico	0,0236*	0,0001*
Dose de fertilizante x regime hídrico	0,4602 ^{NS}	0,0137*
Dose/Fertirrigação	0,0941 ^{NS}	0,8742 ^{NS}
Dose/Irrigação	0,4729 ^{NS}	0,0071*
Dose/Não irrigado	0,5112 ^{NS}	0,0051*
Média Geral (m)	1,10	1,03
C.V.1 (%)	6,56	6,86
C.V.2 (%)	7,40	6,18

* significativo a 5% de probabilidade. ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade.

Para essa mesma cultivar, SANTANA et al. (2004) também constataram o efeito favorável da irrigação sobre a altura de planta, porém ressaltaram que, quando comparada com as outras variáveis de crescimento, como índice de área foliar, diâmetro de caule, número de folhas e número de ramos plagiotrópicos, foi a menos afetada em relação às condições iniciais de plantio.

Na Tabela 6, podem ser observados os valores médios de altura de planta em função dos regimes hídricos e fertirrigação para as duas cultivares avaliadas.

TABELA 6. Valores médios obtidos para a característica altura de planta (AP) (m) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **Average values obtained for plant height (m) and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Tratamentos	Cultivares	
	AP (m) Obatã	AP (m) IAPAR-59
Não Irrigado	0,84 b	0,82 b
Irrigado	0,88 a	0,87 a
Fertirrigado	0,92 a	0,90 a

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade.

A altura média de planta para os tratamentos irrigados foi cerca de 5% e 6% maior, na cultivar Obatã e IAPAR-59, respectivamente, do que para os tratamentos não irrigados. Resultados nem tanto semelhantes foram encontrados por MATIELLO & DANTAS (1987), quando observaram que, entre outras variáveis, os valores médios de altura de planta foram 39 % superiores nos cafeeiros irrigados, quando comparados aos não irrigados. Na cultivar IAPAR-59, além do efeito significativo isolado de cada fator, houve diferenças estatísticas significativas para interação da dose de fertilizantes com regime hídrico e fertirrigação, comprovando a dependência entre estes fatores.

Desenvolveu-se, então, a análise das interações por meio do desdobramento do fator dose de fertilizantes dentro dos regimes hídricos e da fertirrigação. Aplicou-se análise de regressão polinomial, a qual foi significativa apenas para o regime hídrico irrigado, conforme pode ser observado nos valores do desdobramento do fator dose de fertilizantes nos regimes hídricos e na fertirrigação (Tabela 5). A equação que melhor se ajustou sobre os dados observados e que descreve o comportamento dos valores médios da variável em questão está descrita na Figura 3.

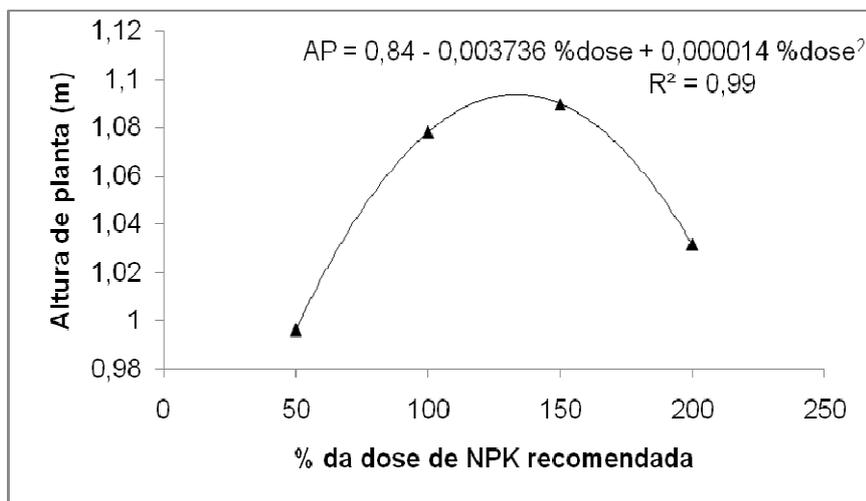


FIGURA 3. Altura de planta do cafeeiro (m), cultivar IAPAR-59, no regime hídrico irrigado, em função das doses de fertilizantes. **Coffee plant height (m), cultivar IAPAR-59, in the irrigated water regime as a function of fertilizer's rates.**

Na Figura 3, evidencia-se aumento inicial na altura de planta, atingindo um máximo de 109,4 cm, com a aplicação de 133,4% da dose recomendada de NPK, para depois ocorrer um decréscimo em doses mais altas. O comportamento para as doses extremas (50 e 200%) sinaliza que tanto o déficit quanto o excesso de nutrientes podem ser prejudiciais ao crescimento inicial do cafeeiro.

Os modelos ajustados para os setores não irrigados e fertirrigados não atenderam aos critérios de significância, ou seja, os modelos polinomiais não explicaram o comportamento da variável altura de planta para a interação entre os fatores.

Na Tabela 6, é possível verificar o efeito superior do regime fertirrigado sobre o não irrigado, uma vez que a fertirrigação proporcionou um valor médio de altura de planta aproximadamente 4% e 3% maior, para as cultivares Obatã e IAPAR-59, respectivamente, do que nos tratamentos sem irrigação. Esses resultados evidenciam o potencial da fertirrigação na melhoria do aproveitamento dos fertilizantes pela cultura do café.

Número de ramos plagiotrópicos totais

É possível constatar, na Tabela 7, o efeito significativo dos regimes hídricos e fertirrigação sobre o número total de ramos plagiotrópicos da cultivar Obatã.

TABELA 7. Valores de P>F obtidos por meio da análise de variância para a característica número total de ramos plagiotrópicos (NTRP) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **P>F values obtained through variance analysis for total number of plagiotropic shoots and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Causas de Variação	Cultivares	
	Obatã NTRP	IAPAR-59 NTRP
Dose de Fertilizante	0,0032*	0,0007*
Regime hídrico	0,0000*	0,2457 ^{NS}
Dose de fertilizante x regime hídrico	0,0000*	0,0165*
Média geral	45,40	48,90
C.V.1 (%)	11,31	7,53
C.V.2 (%)	4,29	7,12

* significativo a 5% de probabilidade. ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade.

O regime hídrico irrigado e a fertirrigação contribuíram para um aumento significativo no número total de ramos plagiotrópicos dos cafeeiros Obatã, demonstrando o efeito sinérgico de uma adequada disponibilidade de água e de uma melhor distribuição dos nutrientes presentes nos fertilizantes, proporcionado principalmente pela técnica da fertirrigação (Tabela 8). Maior número de pares de ramos plagiotrópicos também pôde ser constatado por MUDRIK et al. (2002) em cafeeiros submetidos à irrigação, quando comparados aos que não foram irrigados.

TABELA 8. Valores médios obtidos para a característica número total de ramos plagiotrópicos (NTRP) e cultivares Obatã e IAPAR-59. **Average values obtained for total number of plagiotropic shoots and cultivars Obatã and IAPAR-59.**

Tratamento	Cultivares	
	NTRP	NTRP
	Obatã	IAPAR-59
Não Irrigado	43,5 b	48,2 a
Irrigado	45,6 a	49,0 a
Fertirrigado	45,9 a	49,5 a

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade.

Desdobrando-se as porcentagens da dose de NPK recomendada dentro de cada regime hídrico e da fertirrigação, evidenciou-se efeito interativo desses fatores nas plantas de Obatã, que receberam irrigação e fertirrigação.

Submetendo-se as médias observadas no tratamento irrigado à análise de regressão linear, obteve-se uma resposta linear descrita na Figura 4.

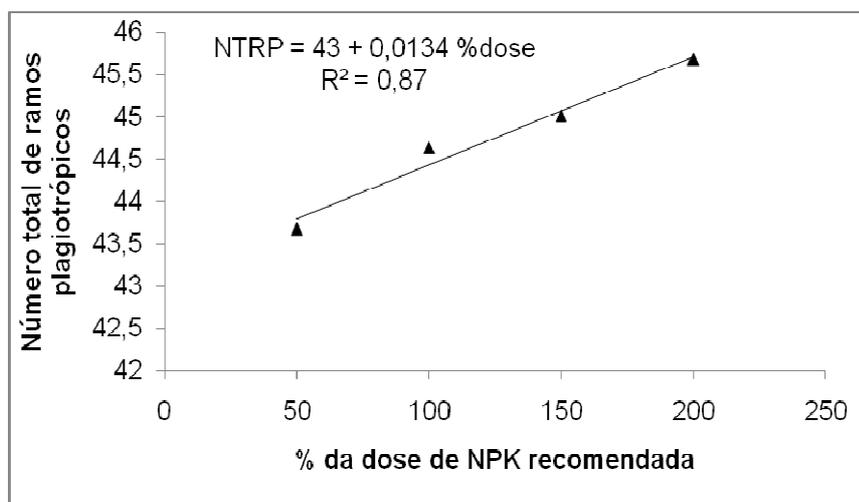


FIGURA 4. Número total de ramos plagiotrópicos do cafeeiro, cultivar Obatã, no regime hídrico irrigado, em função das doses de fertilizantes. **Total number of coffee plagiotropic shoots, cultivar Obatã, in the irrigated water regime as a function of fertilizer's rates.**

Os resultados responderam linearmente, revelando que a irrigação tende a potencializar o efeito das doses de fertilizantes, mesmo quando aplicadas de forma tradicional, refletindo, assim, em maior número total de ramos plagiotrópicos.

No desdobramento do tratamento fertirrigado, a equação que melhor se ajustou aos dados observados pode ser vista na Figura 5, em que se nota um aumento linear do número total de ramos plagiotrópicos das plantas, da dose 1, em direção à dose 4. Essa constatação pode ser justificada pela possibilidade de parcelamento dos nutrientes, sobretudo do nitrogênio, que se perde com facilidade, e do potássio, sendo uma das principais vantagens da fertirrigação. Segundo VILLAS BÔAS et al. (1999), a aplicação mais frequente e em menores quantidades permite reduzir as perdas

de nutrientes, aumentar a eficiência do uso de fertilizantes e promover aumento do crescimento e produtividade das plantas.

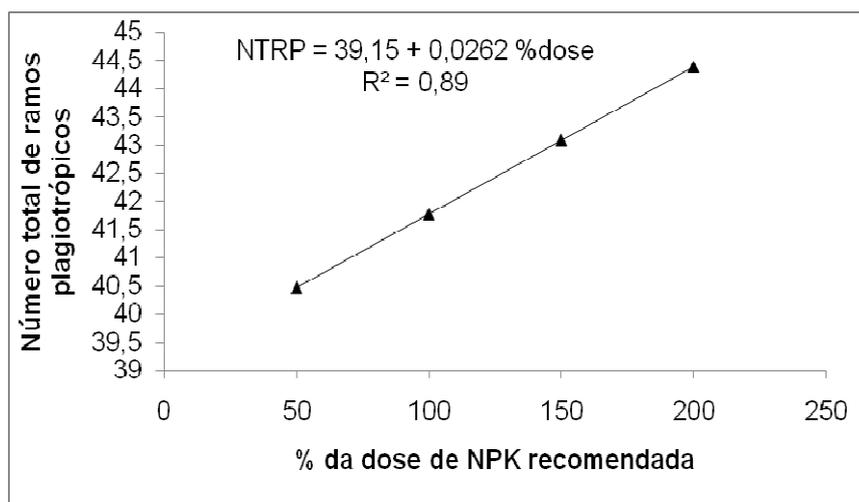


FIGURA 5. Número total de ramos plagiotrópicos do cafeeiro, cultivar Obatã no tratamento fertirrigado em função das doses de fertilizantes. **Total number of coffee plagiotropic shoots, cultivar Obatã, in the fertirrigated treatment as a function of fertilizer's rates.**

Para a cultivar IAPAR-59, a quantidade total de ramos plagiotrópicos foi afetada pela interação entre os tratamentos, que, uma vez desdobrados, mostraram diferenças estatísticas apenas para dose de fertilizantes dentro do regime hídrico irrigado.

Quando submetida à análise de regressão, obteve-se a equação quadrática, apresentada na Figura 6.

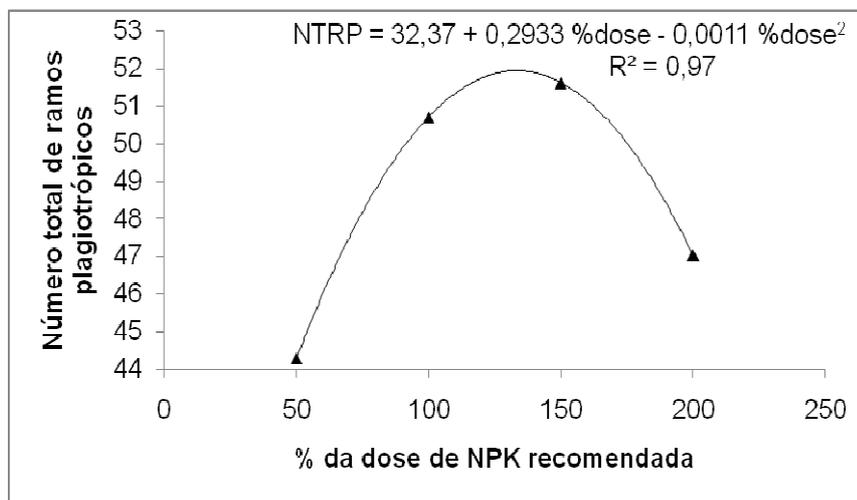


FIGURA 6. Número total de ramos plagiotrópicos do cafeeiro, cultivar IAPAR-59, no regime hídrico irrigado, em função das doses de fertilizantes. **Total number of coffee plagiotropic shoots, cultivar IAPAR-59, in the irrigated water regime as a function of fertilizer's rates.**

De acordo com a Figura 6, houve aumento no número total de ramos plagiotrópicos até um máximo observado de 53 ramos, com a aplicação de 150% da adubação recomendada, e uma diminuição quando a dose de NPK foi 200% da dose recomendada.

Possivelmente, a adubação com a maior dose pode ter aumentado a concentração de íons na solução do solo, diminuindo o potencial osmótico e, por consequência, o potencial hídrico do solo.

Assim, de acordo com MARSCHNER (1995), não só a taxa de suprimento de água, mas também a de nutrientes para a parte aérea ficam prejudicadas, resultando em menor crescimento das plantas.

O comportamento constatado neste tratamento também indica, comparando-se as doses de 100 e 150%, com a dose de 200% com relação às recomendadas, menor necessidade de nutrientes para produzir um número maior de ramos plagiotrópicos totais. Este fato evidencia efeito positivo da irrigação sobre a movimentação de nutrientes ao longo do perfil do solo, com uma consequente melhor absorção de NPK pelo cafeeiro, ocorrendo economia no uso de fertilizantes.

CONCLUSÕES

A irrigação e a fertirrigação, na fase de formação do cafeeiro, quando comparadas às condições de sequeiro, influenciaram significativamente nas variáveis diâmetro de copa, altura de planta e número de ramos plagiotrópicos totais. Dessa forma, a fertirrigação também é uma boa alternativa a ser utilizada na formação de plantas de cafeeiro, em detrimento da adubação convencional.

A interação entre regimes hídricos e fertirrigação e doses de NPK foi significativa para algumas variáveis de crescimento, porém esses resultados não apresentaram uma tendência comum, que permitisse constatar-se qual a dose mais indicada para cada regime hídrico e fertirrigação, na fase de crescimento inicial do cafeeiro.

REFERÊNCIAS

- BOMAN, B.J. Fertigation versus conventional fertilization of flatwoods grapefruit. *Fertilizer Research*, Netherlands, v.44, n.2, p.123-128, 1995.
- CARVALHO, C.H.M. de; COLOMBO, A.; SCALCO, M.S.; MORAIS, A.R. de. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.2, p.243-250, 2006.
- COELHO, G.; SILVA, A.M. da. O efeito da época de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro em três safras consecutivas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.2, p.400-408, 2005.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412 p.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows: versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Resumos...* São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.
- FREITAS, W. da S.; RAMOS, M.M.; COSTA, S.L. da. Demanda de irrigação da cultura da banana na bacia do Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.4, p.343-349, 2008.
- LEITE JÚNIOR, J.B. *Fertirrigação por gotejamento e seu efeito na cultura do café em formação*. 2003. 108 f. Dissertação (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- MANTOVANI, E.C.; VICENTE, M.R.; SOUZA, M.N. Caracterização técnica e perspectivas para a cafeicultura irrigada brasileira. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café*. Viçosa - MG: UFV, 2004. v.1, p.293-318.
- MANTOVANI, E.C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa - MG: UFV, 2000. p.263-291.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

- MATIELLO, J.B.; DANTAS, S.F. de A. de. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular com e sem irrigação, em Brejão - PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 14., 1987, Campinas. *Anais...* p.165.
- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.
- MUDRIK, A.S.; SOARES, A.R.; CAETANO, T.S.; MANTOVANI, E.C. Produtividade e crescimento vegetativo do cafeeiro irrigado na região de Viçosa - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 28., 2002, Caxambu. *Anais...* Caxambu: MAPA/PROCAFE, 2002. p.143-144.
- PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. *Manejo e adubação do cafeeiro*. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 2003. 274 p.
- SANTANA, M.S.; OLIVEIRA, C.A. da S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de irrigação localizada. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.3, p.644-653, 2004.
- SILVA, A.M.; SILVA, R.A.; COELHO, G.; SATO, F.A.; SILVA, A.C.; OLIVEIRA, P.M.; LAGO, F.J. Influência do início da irrigação e do parcelamento de adubação na produtividade do cafeeiro no sul de Minas - safra 2001/2002. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2003. p.140.
- VAAST, P.; ZASOSKI, R.J.; BLEDSOE, C.S. Effects of solution pH, temperature, nitrate/ammonium and nitrate uptake by arabica coffee in short term solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, Moticello, v.21, n.7, p.1.551-1.564, 1998.
- VILLAS BÔAS, R.L.; BULL, L.T.; FERNÁNDEZ, D. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). *Fertirrigação: citros, flores, hortaliças*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1999. p.293-320.
- VITTI, G.C.; BOARETO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e fertirrigação. In: VITTI, G.C.; BOARETO, A.E. *Fertilizantes fluidos*. Piracicaba: Potafos, 1994. p.261-281.