

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO CAFEIEIRO CULTIVADO EM DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS, COM E SEM IRRIGAÇÃO

EDUARDO AUGUSTO AGNELLOS BARBOSA² EMILIO SAKAI³, JANE MARIA DE CARVALHO SILVEIRA⁴, REGINA CÉLIA DE MATOS PIRES³, PAULO BOLLER GALLO⁴, ELISANGELA APARECUDA VITOR LUCIO⁵

¹ Projeto financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café.

² Doutorando, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/FEAGRI), Campinas – SP.

³ Pesquisador(a), D.Sc, Instituto Agrônomo (IAC/APTA), Campinas –SP.

⁴ Pesquisador(a), D.Sc, APTA Regional Nordeste Paulista, Mococa-SP.

⁵ Graduanda, Faculdade de Tecnologia de Mococa –FATEC.

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar o uso da irrigação por gotejamento, em diferentes arranjos populacionais, no desenvolvimento vegetativo do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv Catuaí), cultivado em Mococa-SP. O experimento foi instalado blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 2. Os fatores foram seis arranjos populacionais, E1 (1,60 x 0,50), E2 (1,60 x 0,75), E3 (1,60 x 1,00), E4 (3,20 x 0,50), E5 (3,20 x 0,75) e E6 (3,20 x 1,00), subdivididas em irrigadas (I) e não irrigadas (NI). Os parâmetros fitométricos avaliados foram: altura da planta (m), diâmetro da copa (m) e diâmetro do caule (mm). Os dados coletados foram submetidos a análises de variância, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). A altura das plantas de cafeeiro foi afetada tanto pelo arranjo populacional quanto pelo uso da irrigação, havendo maior crescimento das plantas cultivadas nos menores arranjos populacionais. O uso da irrigação proporcionou incremento no diâmetro da copa, especialmente nos fases de maior déficit hídrico. Após setembro de 2009 houve paralisação no crescimento do caule dos cafeeiros cultivados nos diferentes arranjos populacionais e houve efeito significativo da irrigação no diâmetro do caule em dezembro de 2010.

Palavras Chaves: Irrigação por gotejamento, fitometria do cafeeiro, *coffea arabica* L..

VEGETATIVE DEVELOPMENT OF COFFEE CROPPED UNDER DIFFERENT POPULATION ARRANGEMENTS, WITH AND WITHOUT IRRIGATION.

ABSTRACT: The purpose this study was evaluates the use of drip fertigation in different population arrangements in vegetative development in coffee (*Coffea arabica* L. cv Catuaí) benefited and size of grain, in Mococa-SP. The experimental was implemented in randomized blocks, in factorial scheme 6 x 2. The factors were six population arrangements, E1 (1.60 x 0.50), E2 (1.60 x 0.75), E3 (1.60 x 1.00), E4 (3.20 x 0.50), E5 (3.20 x 0.75) and E6 (3.20 x 1.00), divided in irrigated (I) and non-irrigated (NI). Fitométricos parameters were evaluated: plant height (m), diameter (m) and stemdiameter (mm).The data were subjected to analysis of variance, by Tukey's test ($p > 0,05$). The height of the plants was affected by the arrangement population and by the use of irrigation, with higher growth plants grown in smaller stocks arrangements. The use of irrigation provided an increase in the diameter of the crown, especially in stages higher water deficit. After September 2009 there was paralysis in stem growth of the seedlings grown in different arrangements population and significant effect of irrigation on diameter stem in December 2010.

Keywords: drip irrigation, fitometric of coffee, *Coffea arabica* L..

INTRODUÇÃO

A adoção da irrigação na cafeicultura vem ganhando destaque no sistema produtivo, devido à grande evolução dos equipamentos e do conhecimento da irrigação na cafeicultura. Contudo para o sucesso na adoção do sistema de irrigação, é necessário um aprimoramento das técnicas na condução do cultivo, que compensará o investimento no sistema de irrigação (SANTINATO & FERNANDES, 2005; QUAGGIO & RAIJ, 2009). A adoção da irrigação por gotejamento na cafeicultura vem se mostrado economicamente viável (SILVA et al., 2003) e Esperancini e Paes (2005) verificaram que o sistema de cultivo do cafeeiro mais adensado proporciona melhores resultados econômico quando se utiliza a irrigação por gotejamento.

Com o gradativo aumento do uso de sistemas de irrigação, vale ressaltar que a aplicação de água deve ser realizada de forma criteriosa, uma vez que, aplicações excessivas mesmo em curtos períodos, tanto quanto a sua ausência pode afetar o desenvolvimento vegetativo, refletindo em deletérios no processo produtivo.

Matiello & Dantas (1987), ao compararem cafeeiros irrigados e não irrigados, em lavoura da cultivar Catuaí, em Brejão (PE), constataram um acréscimo de 41% no diâmetro de copa e de 39% na altura de plantas no tratamento irrigado. O maior desenvolvimento da parte aérea, altura da planta e diâmetro da copa, significa maior produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente em aumentos na produção de frutos.

O acompanhamento periódico do desenvolvimento dos órgãos vegetativos pode ser uma boa ferramenta na avaliação do uso de técnicas agrícolas. Na cultura do cafeeiro, Martinez et al. (2007) analisando o crescimento

vegetativo e suas correlações com a produção de café cultivado em diferentes espaçamentos verificaram que as variáveis, altura de planta, diâmetro da copa e diâmetro do caule apresentam boa correlação com a produtividade, sendo esses parâmetros muito importantes na definição da produtividade do cafeeiro.

Tendo em vista, a incorporação das novas tecnologias na cafeicultura, torna-se necessário o domínio do conhecimento dos principais fatores relacionados à produção, como o adequado arranjo populacional em sistemas de cultivo irrigado. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso da irrigação e fertirrigação por gotejamento, em diferentes arranjos populacionais, no desenvolvimento fitométrico do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv Catuaí), durante o ciclo da terceira safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Pólo Regional da APTA/Nordeste Paulista, em Mococa-SP, que possui altitude de 663 m. No experimento foram utilizadas plantas de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí Amarelo, transplantadas entre os dias 6 e 7 de março de 2006. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 2, em quatro blocos, sendo seis arranjos populacionais, E1 (1,60 x 0,50), E2 (1,60 x 0,75), E3 (1,60 x 1,00), E4 (3,20 x 0,50), E5 (3,20 x 0,75) e E6 (3,20 x 1,00), correspondendo respectivamente a 12.500, 8.333, 6.250, 6.250, 4.167 e 3.125 plantas ha⁻¹, subdivididas em fertirrigadas (FI) e não irrigadas (NI).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho eutrófico de textura média (EMBRAPA, 1999). As adubações foram realizadas de acordo com o Boletim 200 do IAC a partir do resultado de análise química do solo. A fertirrigação foi realizada uma vez por semana, exceto no período de restrição hídrica (julho a agosto). A quantidade de água aplicada foi em função do intervalo de rega e da demanda climática. As informações climáticas foram coletadas da Estação Meteorológica Automática, instalada próxima a área experimental. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, tropical de altitude com inverno seco e verão úmido e quente (ROLIM et al., 2007).

A irrigação foi suspensa por 60 dias nos meses de julho e agosto de cada ano (2009 e 2010) para favorecer a uniformização do florescimento (SILVA et al., 2009). A vazão dos gotejadores era de 2,3 L h⁻¹ e o espaçamento entre os emissores de 0,50 m. As análises fitométricas foram realizadas nos dias 27/02/2009, 17/09/2009, 21/01/2010 e 08/12/2010. Os parâmetros fitométricos analisados foram: altura da planta (m), diâmetro da copa (m) e diâmetro do caule (mm), as plantas utilizadas foram escolhidas aleatoriamente na área útil da parcela. As medidas de altura e diâmetro da copa foram realizadas com o auxílio de uma fita métrica, as medições dos diâmetros das copas foram realizadas no sentido horizontal a linha de plantio. Os diâmetros dos caules foram medidos com o auxílio de um paquímetro, medidas a 0,1 m da superfície do solo. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral as plantas submetidas à maior densidade de plantio apresentaram as maiores alturas, conforme verificado na tabela 1. O menor arranjo populacional, ou seja, menor área para crescimento das plantas estimulou a dominância apical, fazendo com que as plantas cultivadas na menor densidade apresentassem maior crescimento em relação às cultivadas nos maiores arranjos populacionais.

As plantas submetidas à irrigação obtiveram também um maior crescimento, em todas as épocas analisadas ($p > 0,05$) (Tabela 1). O crescimento das plantas de cafeeiro está diretamente relacionado à disponibilidade hídrica (PAIVA, 2006), desta maneira, plantas bem hidratadas apresentam um maior crescimento em relação às plantas submetidas às condições de cultivo em sequeiro, principalmente em regiões caracterizadas por apresentarem um período significativo de déficit hídrico, como é o caso da região de Mococa-SP.

CARVALHO et al. (2006) avaliando o efeito da irrigação em diferentes espaçamentos na variedade Rubi verificou que as plantas apresentaram efeitos significativos na altura após atingirem a altura de 0,9 m e relatou que independentemente do regime de irrigação, a maior densidade de plantio resultou em plantas mais altas.

Em nenhuma das épocas de avaliação foi verificado efeito significativo ($p > 0,05$) da interação entre o arranjo populacional e a irrigação, relatando que o efeito dessas duas fontes de variação ocorre isoladamente na variável altura do cafeeiro.

Os diâmetros da copa dos cafeeiros não apresentaram diferenças significativas nas três primeiras análises quando submetidos aos diferentes arranjos populacionais, verificando que os espaçamentos entre as plantas e entre as linhas não estavam limitando o seu desenvolvimento. Na quarta análise (dezembro de 2010) verificou-se diferença significativa no diâmetro da copa e constatou um maior diâmetro da copa nos tratamentos cultivados com maior espaçamento entre linha, sendo que o tratamento E4 diferiu significativamente dos tratamentos E1, E2 e E3, relatando que nesta fase de cultivo os espaçamentos mais adensados entre linha de plantio estavam prejudicando o desenvolvimento da copa, limitando seu crescimento.

Entre a primeira e segunda análise apenas os tratamentos cultivados nos maiores arranjos populacionais (E5 e E6) apresentaram aumentos no diâmetro da copa (Tabela 2). Entre a segunda e terceira análise o desenvolvimento da copa se manteve praticamente estável, com exceção do cafeeiro cultivado no arranjo E4. Verifica-se que de modo geral

houve redução no diâmetro da copa entre a terceira e quarta análise, com exceção do tratamento E4 que apresentou aumento no seu diâmetro. A redução no diâmetro da copa entre a terceira e quarta análise se deve principalmente ao elevado déficit hídrico verificado neste período, ocasionando perda de ramos plagiotrópicos e redução da copa, ou seja, uma poda natural do cafeeiro. CARVALHO et al. (2006), trabalhando com duas densidades de plantio, 2500 e 10000 plantas ha⁻¹, não verificaram alterações no diâmetro da copa da variedade Rubi durante três anos de avaliação.

Tabela 1 - Análise de variância para a altura da planta de café cv. Catuai, cultivado em diferentes arranjos populacionais (AP) com e sem irrigação, período de fevereiro de 2009 a dezembro de 2010, em Mococa – SP.

	Época	Altura do cafeeiro (m)			
		Fev/2009	Set/2009	Jan/2010	Dez/2010
Arranjos Populacionais (m)	E1 - 1,60 x 0,50	1,52 a	1,70 a	1,81 a	1,95 a
	E2 - 1,60 x 0,75	1,44 ab	1,56 ab	1,68 bc	1,87 ab
	E3 - 1,60 x 1,00	1,35 bc	1,52 b	1,65 bc	1,85 ab
	E4 - 3,20 x 0,50	1,40 abc	1,48 b	1,73 ab	1,86 ab
	E5 - 3,20 x 0,75	1,28 c	1,50 b	1,61 bc	1,82 ab
	E6 - 3,20 x 1,00	1,27 c	1,48 b	1,57 c	1,70 b
Teste F para AP		8,01*	6,35*	7,72*	3,47*
Irrigação	Com	1,50 a	1,63 a	1,79 a	1,99 a
	Sem	1,25 b	1,45 b	1,56 b	1,69 b
Teste F para I		87,5*	44,52*	86,61*	71,48*
Teste F para I x AP		2,36ns	1,50ns	2,53ns	1,35ns
CV %		6,8	7,32	6,42	6,62
Média Geral		1,38	1,54	1,68	1,84

I – Irrigação; E – Espaçamento; I x E – Interação da irrigação com o espaçamento.

* - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

O uso da irrigação proporcionou aumentos significativos no diâmetro da copa nas duas primeiras análises e na quarta análise (Tabela 2), na terceira análise não foram verificadas diferenças significativas, é importante ressaltar que a terceira análise do diâmetro da copa foi realizada no período chuvoso, havendo uma recuperação no crescimento dessas plantas neste período.

Durante a terceira e quarta análise, verificou-se aumento no diâmetro da copa do tratamento irrigado e redução da copa do cultivo em sequeiro, certamente este fato ocorreu devido ao déficit hídrico observado no período entre as duas análises, ocasionando perdas de ramos plagiotrópicos no cultivo em sequeiro.

Tabela 2 - Análise de variância para o diâmetro da copa do cafeeiro cv. Catuai, cultivado em diferentes arranjos populacionais (AP) com e sem irrigação, no período de fevereiro de 2009 a dezembro de 2010, em Mococa – SP.

		Diâmetro da Copa (m)			
		Fev/2009	Set/2009	Jan/2010	Dez/2010
Arranjos Populacionais (m)	E1 - 1,60 x 0,50	1,35 a	1,35 a	1,38 a	1,29 b
	E2 - 1,60 x 0,75	1,27 a	1,33 a	1,35 a	1,28 b
	E3 - 1,60 x 1,00	1,36 a	1,35 a	1,40 a	1,26 b
	E4 - 3,20 x 0,50	1,29 a	1,29 a	1,42 a	1,49 a
	E5 - 3,20 x 0,75	1,23 a	1,36 a	1,39 a	1,43 ab
	E6 - 3,20 x 1,00	1,24 a	1,42 a	1,42 a	1,36 ab
Teste F para AP		1,97 ns	1,98ns	0,99ns	4,74*
Irrigação	Com	1,41 a	1,42 a	1,42 a	1,52
	Sem	1,17 b	1,28 b	1,35 a	1,20
Teste F para I		57,6**	38,33*	2,56ns	94,41*
Teste F para I x AP		3,14*	2,27ns	1,41ns	0,95ns
CV %		8,6	7,93	8,80	8,85
Média Geral		1,29	1,35	1,39	1,36

I – Irrigação; E – Espaçamento; I x E – Interação da irrigação com o espaçamento.

* - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Os diferentes arranjos populacionais afetaram o diâmetro do caule do cafeeiro cv. Catuai, conforme observado na tabela 3. Verifica-se que em todas as análises o tratamento E1 apresentou o menor diâmetro do colmo e de modo

geral o maior diâmetro do caule foi constatado no tratamento E6. Por meio destes resultados, pode-se inferir que para as condições da pesquisa, o cultivo adensado proporciona reduções no diâmetro do caule.

Moreira et al. (2004), avaliando diferentes arranjos populacionais em cafeeiro cultivados com e sem irrigação não verificaram efeito do espaçamento no diâmetro do caule, diferindo dos resultados obtidos neste trabalho. Após setembro de 2009 constata-se que houve uma paralisação do crescimento do caule, indicando uma estabilização no seu crescimento até dezembro de 2010.

O uso da irrigação afetou o desenvolvimento do caule até fevereiro de 2009, observa-se que as plantas irrigadas apresentaram o maior diâmetro do caule em relação às plantas não irrigadas. Durante a segunda e terceira análise do diâmetro do caule não houve efeito significativo da irrigação, ocorrendo uma igualdade no diâmetro do colmo, é importante frisar que neste período ocorreu precipitações na área experimental, principalmente nos meses de abril a maio e ressalta-se que nos meses de julho a agosto o sistema de irrigação foi paralisado com o objetivo de se promover uma uniformização do florescimento, conforme relatado anteriormente, desta maneira houve uma igualdade no desenvolvimento do caule.

Durante o ano de 2010 as plantas cultivadas na condição irrigada apresentaram um melhor desenvolvimento obtendo um maior diâmetro do caule. Para ALVES et al. (2000) aumentos na produtividade do cafeeiro relacionam-se diretamente com o maior desenvolvimento de partes vegetativas como à copa e o caule, os quais têm seus diâmetros aumentados, na medida em que a irrigação tende a suprir o que é perdido pela evapotranspiração. Plantas que passam por um período de estresse hídrico tendem a diminuir sua taxa de crescimento, devido à diminuição na taxa fotossintética, fazendo com que as plantas diminuam sua abertura estomática na fase de déficit hídrico no solo, para evitar as perdas de água por transpiração, reduzindo assim a assimilação de CO₂ e conseqüentemente sua fotossíntese e crescimento (TAIZ E ZEIGER, 2004).

A interação entre arranjo populacional e irrigação foi observada em apenas uma análise (setembro de 2009), relatando que há pouca influência das duas fontes de variação em conjunto, sendo o efeito das duas variáveis praticamente independentes.

Tabela 3 - Análise de variância para o diâmetro do caule do cafeeiro cv. Catuai, cultivado em diferentes arranjos populacionais (AP) com e sem irrigação, período de fevereiro de 2009 a dezembro de 2010, em Mococa – SP.

		Diâmetro do caule (mm)			
		Fev/2009	Set/2009	Jan/2010	Dez/2010
Arranjos Populacionais (m)	E1 - 1,60 x 0,50	0,29 b	0,39 b	0,40 b	0,40 b
	E2 - 1,60 x 0,75	0,31 ab	0,42 ab	0,42 ab	0,42 b
	E3 - 1,60 x 1,00	0,36 a	0,42 b	0,43 ab	0,43 ab
	E4 - 3,20 x 0,50	0,32 ab	0,40b	0,42 ab	0,42 b
	E5 - 3,20 x 0,75	0,33 ab	0,43 ab	0,43 ab	0,45 ab
	E6 - 3,20 x 1,00	0,33 ab	0,46 a	0,46 a	0,46 a
Teste F para AP		2,94*	8,07*	2,86*	9,72*
Irrigação	Com	0,34 a	0,43 a	0,43 a	0,46 a
	Sem	0,30 b	0,42 a	0,42 a	0,42 b
Teste F para I		14,3*	1,38ns	0,64ns	41, 59*
Teste F para I x AP		1,77ns	3,27*	1,04ns	0,49ns
CV %		11,4	7,09	10,70	7,07
Média Geral		0,32	0,42	0,42	0,44

I – Irrigação; E – Espaçamento; I x E – Interação da irrigação com o espaçamento.

* - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

CONCLUSÕES

O cultivo do cafeeiro em sistema de menor arranjo populacional proporcionou ganho em altura e menor diâmetro do caule, não havendo efeitos até janeiro de 2010 sobre o diâmetro da copa.

A adoção da irrigação proporcionou maior desenvolvimento vegetativo do cafeeiro quando comparado ao cultivo em sequeiro, sendo que em dezembro de 2010 as plantas irrigadas apresentaram os maiores valores de altura, diâmetro da copa e diâmetro do caule.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.E.B., FARIA, M.A., GUIMARÃES, R.J., MUNIZ, J.A., SILVA, E.L. Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café e Minasplan, 2000. v.2., p.920 - 923.

- CARVALHO, C. H. M.; 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 Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 243-250, 2006.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF. 1999. 412 p.
- ESPERANCINI, M.S.T.; PAES, A.R. Análise de investimentos da produção de café nos sistemas irrigado e convencional, na região de Botucatu, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.35, n.4, p.52-60, 2005.
- MARTINEZ, H.E.P.; AUGUSTO, H.S.; CRUZ, C.D.; PEDROSA, A.W.; SAMPAIO, N.F. Crescimento vegetativo de cultivares de café (*coffea arábica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamento adensado. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.29, n.4, p.481-489, 2007.
- MATIELLO, J.B.; DANTAS, S.F.A. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejão (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14. 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas, 1987. p.165-6.
- MOREIRA, R.C.; FURLANI JUNIOR, E.; HERNANDEZ, F.B.T.; FURLANI, R.C.M. Espaços para cafeeiro (*Coffea arábica* L.) com e sem emprego da irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.26, n.1, p.73-78, 2004.
- PAIVA, L.C. Periodicidade de crescimento do cafeeiro (*coffea arábica* L.) em diferentes tensões de irrigação e duas densidades de plantio. 2006. 90p. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2006.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B.V. Fertirrigação: Novo ambiente de produção da cafeicultura. In: **IX Curso de atualização em café**, 2009, Documentos IAC, n° 91, Campinas, 2009, p.25-39.
- ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p. 711-720. 2007.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T. **Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Ed. O lutador. 358p. 2005.
- SILVA, A.L.; FARIA, M.A.; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.37-44, 2003.
- SILVA, E.A. Influência do local de cultivo e do manejo de irrigação no florescimento, uniformidade de produção e qualidade de bebida do café (*Coffea arábica* L.). 2004. 70p. **Tese** (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.