

EFEITOS DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO

Myriane Stella Scalco², Luís Paulo Bernardes Alexandre³, Alberto Colombo⁴, Rubens José Guimarães⁵, Pedro Bueno Magalhães⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café e CNPq

² Engenheira Agrônoma doutora em Fitotecnia, DAG/UFLA, Telef. (35) 3829-1776, e-mail: msscalco@ufla.br

³ Estudante de Agronomia, bolsista de IC Fapemig, UFLA, Telef. (35) 3821-8497, e-mail: luispb@hotmail.com

⁴ Professor Adjunto, PhD, DEG/UFLA, Telef. (35) 3829-1388, e-mail: acolombo@ufla.br

⁵ Professor Associado, doutor, DAG/UFLA, Telef. (35) 3829-1581, e-mail: rubensjg@ufla.br

⁶ Estudante de agronomia, estagiário no projeto, e-mail: Telef. (35) 3829-1776, e-mail: msscalco@ufla.br

RESUMO: Em experimento realizado na Universidade Federal de Lavras/MG, foram avaliados, durante um período de cinco safras seguidas (2003-2007), os efeitos de diferentes estratégias de manejo da irrigação, em dois espaçamentos de plantio, sobre o comportamento da produtividade acumulada de cafeeiros da cultivar “Rubi” - MG-1192. O plantio das mudas foi realizado em 03/01/01, e, desde 01/05/01, foram aplicados aos dois espaçamentos de plantio (4,0x1,0 m e 3,0x1,0), os seguintes tratamentos (i) sem irrigação; irrigações sempre que a tensão da água no solo, na profundidade de 0,25 m, atingia valores próximos de (ii) 20 kPa, (iii) 60 kPa (iv) 100 kPa ou (v) 140 kPa e (vi) três irrigações semanais, calculadas através de balanço hídrico executado com o aplicativo Irriplus®. Foi verificado, ao longo e ao final de cinco safras, na região de Lavras, que a redução de espaçamento entre linhas de plantio, de 4,0 m para 3,0 m, não alterou significativamente a produtividade acumulada das lavouras. Houve uma maior necessidade de irrigação (maiores valores de lâmina aplicada) no plantio com menor espaçamento linhas (3,0x1,0m - 3333 plantas ha⁻¹) em relação ao de maior espaçamento entre linhas (4,0x1,0m - 2500 plantas ha⁻¹).

PALAVRAS CHAVE: irrigação, *Coffea arabica*, densidade de plantio.

EFFECTS OF PLANTING SPACING AND IRRIGATION MANAGEMENT ON COFFEE YIELD BEHAVIOR

ABSTRACT: : In a experiment held at the Universidade Federal de Lavras , at Lavras –MG, the effects, under two planting spacings, of different irrigation management strategies over the behavior of accumulated yield of “Rubi” - MG-1192 coffee plants cultivar were evaluated during five consecutive harvest seasons (2003-2007). Coffee Seedlings were planted in 01/03/2001 and since 05/01/2001, six irrigation treatments((i) non irrigated, irrigated everytime that the soil water potential , measured at a 25cm depth, achieved a value near (ii) 20 kPa, (iii) 60 kPa (iv) 100 kPa or (v) 140 kPa and (vi) three irrigations per week with irrigation depths computed by running Irriplus software soil water balance) were applied to the two planting spacings (4.0x1.0 m and 3.0x1.0). Along the five harvests period, it was observed that cumulative coffee yield was not significantly affected by the reduction on plant line spacing from 4,0 to 3,0 m. There was a greater water demand (higher applied depth) for the shorter line spacing (3.0x1.0m - 3333 plants ha⁻¹) in relation to the longer plant line spacing (4.0x1.0m - 2500 plants ha⁻¹).

KEY WORDS: irrigation, *Coffea arabica*, planting density.

INTRODUÇÃO

A região Sul de Minas Gerais é classificada como apta ao cultivo do *Coffea arabica*, pois apresenta condições climáticas favoráveis ao seu cultivo, com temperaturas médias anuais na faixa de 19 a 21°C e as precipitações variando entre 1400 a 1500 mm anuais. Mas apesar destas características o Sul de Minas está sujeito a períodos prolongados de estiagens em épocas críticas de demanda de água pela cultura e também a veranicos.

Para melhorar a estabilidade e a eficiência do sistema de produção do cafeeiro é necessário ajustar a densidade e o espaçamento para cada cultivar e local, com base em critérios que levem em consideração o tipo de manejo da lavoura, a fertilidade do solo, e todo e qualquer aspecto que possa interferir no desenvolvimento da planta. De acordo com Androcioli Filho (2002), dentre estes fatores podem ser considerados a altitude, variedades, nutrição das plantas, as condições edafoclimáticas, o nível tecnológico e capacidade de investimento.

Visando à obtenção de uma maior produtividade e rentabilidade por área, a cafeicultura da atualidade tende em aumentar o número de plantas por área, reduzindo-se o espaçamento. O comportamento de cafeeiros em plantios adensados irrigados em relação aos plantios sem o uso da irrigação ainda não foi bem caracterizado, principalmente em regiões, nas quais a prática da irrigação na cafeicultura ainda é recente, mas que apresenta um aumento significativo de áreas irrigadas. Na escolha de um determinado sistema de espaçamentos para plantios irrigados, deve-se considerar, entre outros fatores importantes, a sua resposta específica ao uso da irrigação, visando otimizar tanto o aumento da produtividade quanto a estabilidade de produção. O programa de pesquisa em cafeicultura irrigada deve subsidiar essas informações ao cafeicultor irrigante por meio de avaliações de um maior número de safras possíveis. De acordo com

Matiello (2002), o adensamento pode ser utilizado como uma forma de reduzir o ciclo biennial do cafeeiro. Nos sistemas mais adensados, o equilíbrio da produção entre anos seria decorrente, principalmente, da menor produção de café por planta, que reduz o desgaste da mesma ao longo dos anos. Segundo Matiello e Fioravante (2004), o uso da irrigação pode alterar o potencial produtivo do cafeeiro em diferentes sistemas de plantio, uma vez que o consumo de água torna-se maior nas lavouras adensadas, aumentando conseqüentemente os efeitos prejudiciais por “déficit hídrico”. No entanto, conforme salienta Guerra et al. (2007), nos sistemas produtivos atuais há conhecimentos considerados prontos e definitivos, quando, na verdade não os são, e dentre estes os autores citam os casos da necessidade de irrigações com alta frequência e a bialidade na produção. Portanto, diante de questões fundamentais, que podem onerar ou reduzir os custos de produção de sistemas irrigados e, viabilizar aumentos ainda mais expressivos de produção com a utilização desta tecnologia para regiões de alto potencial produtivo, surge de forma ainda mais premente a necessidade de que novos programas de pesquisa sejam desenvolvidos neste sentido dando a desejada sustentabilidade ao sistema produtivo irrigado e conseqüentemente ao agronegócio café.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, em um período de cinco safras, os efeitos de dois espaçamentos de plantio e do manejo da irrigação sobre o comportamento da produtividade média acumulada de cafeeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em área da Universidade Federal de Lavras/MG, utilizando-se a cultivar “Rubi” - MG-1192 com plantio realizado em 03/01/01, em Latossolo Vermelho escuro distroférrico, textura argilosa

Foram avaliadas, ao longo e ao final de cinco safras as produtividades acumuladas de cafeeiros submetidos a dois espaçamentos de plantio, (i) 4,0x1,0m (2500 plantas ha⁻¹) e (ii) 3,0x1,0m (3333 plantas ha⁻¹) e em cada um deles foram avaliados, cinco sistemas de manejo de irrigação: tratamentos irrigados sempre que a tensão da água no solo, na profundidade de 0,25 m, atingia valores próximos de (i) 20 kPa, (ii) 60 kPa (iii) 100 kPa e (iv) 140 kPa (v) irrigações, calculadas pelo balanço hídrico do aplicativo Irriplus® com turnos de rega fixos de três vezes por semana através e (vi) testemunha não irrigada.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Para irrigação foram utilizadas linhas laterais com gotejadores com vazão de 3,8 Lh⁻¹ espaçados de 0,4m. As tensões de 20 e 60 kPa foram monitoradas por tensiômetros (tensiômetro de punção digital) e as de 100 e 140 kPa por blocos porosos Watermark®, instalados nas profundidades de 0,10, 0,25, 0,40 e 0,60 m e a distância aproximada de 0,10m do caule das plantas. As lâminas de irrigação aplicadas foram calculadas considerando-se as leituras obtidas nas quatro profundidades e o momento de irrigar definido pela leitura do tensiômetro instalado a profundidade de 0,25m.

Os dados climáticos necessários para cálculo do balanço hídrico através do software Irriplus® foram monitorados diretamente na área experimental utilizando-se uma estação meteorológica automática μ metos.

Desde a implantação da cultura e até o final das avaliações, a adubação de todos os tratamentos foi feita seguindo as recomendações de Guimarães (1999) e de Malavolta & Moreira (1997), com valores corrigidos para cafeeiros irrigados recomendados por Santinato & Fernandes (2002).

O estudo das produtividades médias acumuladas foi computado em cinco épocas diferentes, 2003 (1), 2003+04 (2), 2003+04+05 (3), 2003+04+05+06 (4) e 2003+04+05+06+07 (5), que foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias (Scott-Knott).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são mostradas as lâminas totais aplicadas para os diferentes manejos e as suas diferenças entre espaçamentos, que indicaram a necessidade de aplicação de maiores volumes de água por unidade de área em função do aumento do número de plantas, de 2500 plantas ha⁻¹ (4,0x1,0m) para 3333 plantas ha⁻¹ (3,0x1,0m), confirmando as relações entre aumento da população de plantas por hectare e aumento de consumo de água por unidade de área descrita por Matiello e Fioravante (2004).

TABELA 1: Lâminas totais aplicadas (mm), precipitação (mm) considerando o período entre safras (junho de um ano a junho do ano seguinte).

| Espaçamento (metro) | Estratégias de irrigação (critério e instrumento) | | | | Balanço Hídrico Irriplus |
|---------------------|--|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Bloco Poroso tensão =140 kPa | Bloco Poroso tensão = 100 kPa | Tensiometro tensão =60 kPa | Tensiometro tensão=20 kPa | |
| | Lâminas aplicadas em cada manejo de irrigação (mm) | | | | |
| 3,0 x 1,0 | 523,5 | 705,3 | 734,0 | 1314,3 | 2890,6 |
| 4,0 x 1,0 | 328,6 | 660,7 | 584,6 | 943,8 | 2344,2 |
| Diferença | 194,9 | 44,6 | 149,4 | 370,5 | 546,4 |
| Precipitação: | 2003: 1326 mm | 2004: 1460 mm | 2005: 1526mm | 2006: 1461mm | 2007: 1428,6mm |

Quando o momento de irrigar foi definido pelos valores de tensão, as lâminas de aplicação foram crescentes em função da redução destes valores, nos dois espaçamentos estudados. No entanto, no espaçamento de 4,0 x 1,0m verificou-se que a lâmina aplicada na tensão de 100 kPa (660,7 mm) foi 76,1 mm maior que a lâmina aplicada na tensão de 60 kPa (584,6mm). Verificou-se, também, que no espaçamento de 3,0 x 1,0m, a diferença na aplicação de

água da tensão de 60 kPa (734,0mm) para a tensão de 100 kPa (705,3) foi de apenas 28,7 mm Estes fatos s podem ter ocorrido em função dos diferentes equipamentos utilizados (tensiômetros e Bloclos Watermark®.) Neste estudo para medição de valores de tensão acima de 100 kPa, os blocos não apresentaram a eficiência desejada. Em contrapartida, as imprecisões observadas em relação às leituras não refletiram significativamente nos resultados de produtividade acumulada das cinco safras analisadas (Tabela 2).

Para os dois espaçamentos a maior lâmina aplicada ocorreu quando o manejo se deu pelo balanço hídrico com turnos de rega fixos de três vezes por semana. No espaçamento de 3,0x1,0 m a lâmina total aplicada pelo balanço hídrico (2890,6 mm) representou um aumento de 119,9 % em relação a lâmina total aplicada na tensão de 20 kPa (1314,4 mm) que representa uma tensão de umidade do solo próxima a da capacidade de campo (10 kPa). No espaçamento de 4,0x1,0 m esse aumento foi de 148,4%, tendo em vista que pelo balanço hídrico foram aplicados 2344.2 mm e na tensão de 20 kPa foram aplicados 943,8 mm.

As maiores lâminas aplicadas neste manejo podem ter sido superestimadas em função dos valores de kc inseridos no programa para cálculo do balanço hídrico. Estes valores de kc são recomendados por Santinato et. al (2005) e consideram a idade das plantas e as diferentes densidades de plantio do cafeeiro. No entanto, para as condições experimentais adotadas neste estudo estes valores podem ter contribuído para superestimar os valores das lâminas aplicadas. Embora a resposta de produtividade tenha sido positiva o monitoramento da umidade do solo quando se aplica o manejo do balanço hídrico, pode contribuir para uma melhor adequação desta metodologia.

Os resultados da Tabela 2 mostraram que a produtividade total acumulada das cinco safras não diferiu entre os espaçamentos tanto para cafeeiros não irrigados quanto para irrigados sob diferentes critérios (comparação entre médias de cada coluna). Para situações, nas quais houve limitação de umidade no solo por chuva ou irrigação, ou seja, regime não irrigado, ou tensão de 140 kPa, as diferenças de produtividade acumuladas entre espaçamentos foram de 41 e 42 sacas, respectivamente em favor do plantio mais adensado (diferenças mostradas na linha). Nesta condição de retrição de unidade, o aumento de produtividade em favor do plantio adensado (aproximadamente 30%) foi proporcional ao aumento no número de plantas por hectare ($190/149=1.3; 226/184=1.2; 3333/2500=1.3$). Quando não houve limitação de água por chuva ou irrigação (balanço hídrico) a diferença de produtividade acumulada entre os dois espaçamentos foi de apenas 10 sacas ha^{-1} , não havendo mais proporcionalidade em relação ao número de plantas por hectare. Portanto, o cafeicultor deve ponderar na escolha de espaçamentos entre linhas de plantio de acordo com os objetivos a serem alcançados, principalmente relativos ao uso ou não da mecanização e irrigação. Segundo Androciolli Filho (2002), na definição do espaçamento entre linhas de plantio tem sido proposto considerar o diâmetro de copa do cafeeiro adulto e o espaço livre desejado pelo produtor para manejo da lavoura. Segundo o autor para este tipo de lavoura o espaçamento entre linhas deve ser ligeiramente inferior a bitola do trator, que pode variar de 0,8m (microtrator) a 1,2m (trator cafeeiro). Com base num diâmetro de copa de 1,90 para uma cultivar de porte baixo (Catuaí), em latossolo vermelho escuro o autor sugere que para a lavoura mecanizada a distância entre linhas será de apenas 3,10 m e não 3,5 ou 4,0m, como utilizado até recentemente.

Quando se comparou o efeito da irrigação em cada espaçamento (comparação feita entre letra minúsculas nas linhas, Tabela 2) sobre a produtividade final acumulada dos cafeeiros, verificou-se que: (i) no espaçamento de 3,0x1,0 m as produtividades finais acumuladas não diferenciaram entre tratamentos irrigados e esses não diferenciaram em relação ao não irrigado. Embora, estatisticamente as diferenças com respeito a irrigação, neste espaçamento, não tenham sido significativas, verificou-se que o maior aumento de produtividade final acumulada, obtido na tensão de 20 kPa (237 sacas ha^{-1}), foi 24% (47 sacas ha^{-1}) superior ao obtido para o cafeeiro não irrigado (190 sacas ha^{-1}); (ii) no espaçamento de 4,0x1,0m não foram constatadas diferenças significativas de produtividade acumulada entre cafeeiros irrigados, porém esses apresentaram produtividades acumuladas significativamente superiores em relação ao cafeeiro não irrigado. A maior produtividade acumulada com irrigação obtida pelo balanço hídrico (221 sacas ha^{-1}) foi 48% (72 sacas ha^{-1}) superior a produtividade obtida para cafeeiros não irrigados (149 sacas ha^{-1}). Verificou-se que, para ambos os espaçamentos, as maiores produtividades finais acumuladas ocorreram com o uso de irrigações mais frequentes e maiores lâminas totais de irrigação (última coluna da Tabela 2).

TABELA 2: Produtividade final acumulada de cinco safras obtidas em dois espaçamentos de plantio de cafeeiros não irrigados e irrigados sob diferentes manejos de irrigação.

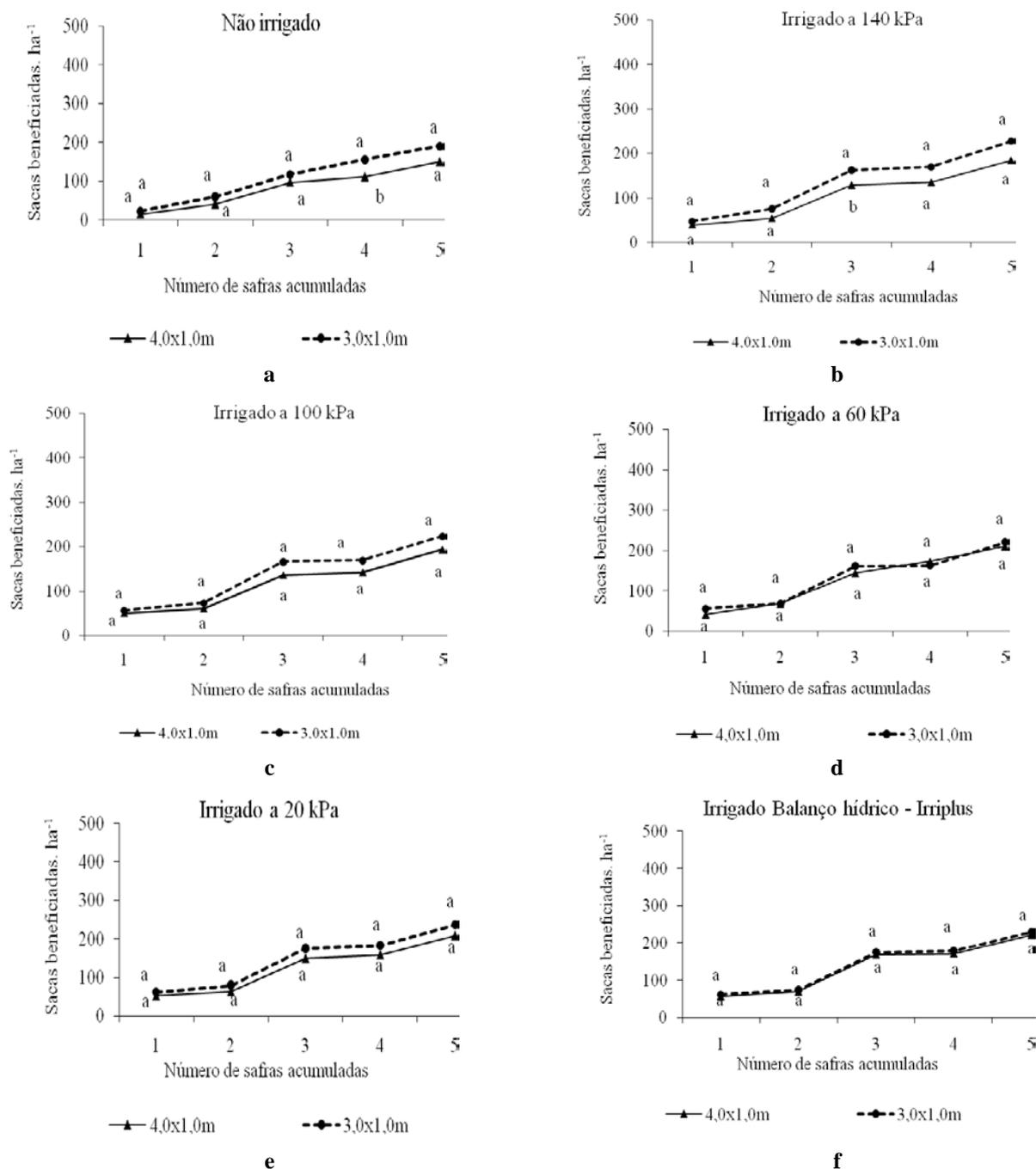
| Espaçamento (metro) | Produtividade acumulada (sacas. ha^{-1}) | | | | | | Diferença em relação ao não irrigado (*) |
|------------------------|---|-----------------------|---------|---------|----------------|----------------|--|
| | Não irrigado | Tratamentos Irrigados | | | | | |
| | | 140 kPa | 100 kPa | 60 kPa | 20 kPa | Irriplus | |
| 3,0 x 1,0 | 190 A a | 226 A a | 223 A a | 220 A a | 237 A a | 230 A a | 47(24%) |
| 4,0 x 1,0 | 149 A a | 184 A b | 193 A b | 210 A b | 208 A b | 221 A b | 72(48%) |
| Diferença | 41 | 42 | 30 | 10 | 29 | 9 | |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

(*) para a diferença de produtividade acumulada em relação ao não irrigado foi considerada a maior produtividade obtida em 20 kPa no espaçamento

de 3,0x1,0m e no manejo pelo balanço hídrico no espaçamento de 4,0x1,0m.

Analisando os gráficos das Figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e e 1f, que representam o efeito dos espaçamentos em cada manejo de irrigação ao longo das cinco safras, observou-se que, na região de Lavras, a redução de espaçamento entre linhas, de 4,0x1,0 m para 3,0x1,0 m, praticamente não alterou a produtividade média acumulada ao longo de cinco safras, especialmente para cafeeiros irrigados.



*Produtividades médias acumulativas seguidas pela mesma letra na vertical não diferenciaram entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Figura 1. Produtividades médias acumuladas ao longo de cinco primeiras safras de cafeeiros não irrigados (a) e irrigados (b, c, d, e, f) sob diferentes manejos em dois espaçamentos de plantio.

Mais uma vez ficou demonstrado que sob suprimento adequado de água no solo as plantas tenderam a manter a mesma relação de produção/planta quando o espaçamento entre linhas foi reduzido de quatro para três metros. Em contrapartida, quando há redução do espaçamento entre plantas na linha este comportamento pode ser alterado, como relatado por Scalco et al. (2008). Os autores avaliaram a média de produtividade acumulada de cinco safras, para dois sistemas de plantio de 5 000 e 10000 plantas ha⁻¹, (espaçamentos de 2,0x1,0m e 2,0x0,5m, respectivamente) para cafeeiros não irrigados e irrigados quando a tensão da água do solo atingiu valores de 20 e 60kPa e manejo da irrigação

pelo balanço hídrico e, constataram que para cafeeiros não irrigados não houve diferenças significativas de produtividades acumuladas ao longo de cinco safras. Já, para cafeeiros irrigados a redução do espaçamento entre plantas na linha e, conseqüente aumento na densidade de plantio, as produtividades acumuladas foram significativamente superiores. Tal fato indicou maior aproveitamento da água aplicada por irrigação no plantio mais adensado repercutindo em significativos aumentos de produtividade por área neste sistema, mesmo com as menores produções por planta. Garcia et al. (2008) estudando o efeito da irrigação versus espaçamento nas quatro primeiras safras em cafeeiros irrigados na região Sul de Minas Gerais também apresentaram resultados mostrando maiores produtividades em plantios mais adensados (1,9x0,5m) em relação aos espaçamentos entre plantas de 0,75 e 1,0m. Porém, os autores ainda não detectaram interação significativa entre o espaçamento e a irrigação.

É importante ter em mente na utilização de um ou outro sistema de produção da cafeicultura irrigada a otimização da água e outros insumos aplicados, de forma a dar sustentabilidade ao uso desta tecnologia e garantia de lucro ao cafeicultor irrigante.

Outro comportamento que pode ser observado quando se analisa os gráficos das Figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e e 1f, diz respeito a ocorrência de anos de baixa e alta produção, característico do ciclo bienal da cultura. Altas produtividades em uma safra refletiram em quedas significativas no ano seguinte. A bienalidade é um fenômeno de difícil controle nas lavouras cafeeiras e ainda não foi elucidado de forma completa e tem sido considerado um foco temático importante para estudos em cafeicultura irrigada. De acordo com Matiello (1984) a bienalidade ocorre principalmente em plantios a pleno sol o que condiciona altas produções num ano, com conseqüente esgotamento da planta que não terá ramos e área foliar desenvolvidos para voltar a produzir no mesmo nível no ano seguinte. Em plantios menos adensados a variação entre safras é de ocorrência mais freqüente em função da maior produção individual por planta do que em plantios mais adensados, o que segundo Santinato et al. (2002) tem como vantagem a redução da “bienalidade”.

Em ambos os espaçamentos a ocorrência da “bienalidade” ao longo das avaliações e já a partir da segunda safra, especialmente em cafeeiros irrigados (Figuras 1b, 1c, 1d, 1e e 1f) se caracteriza nas curvas dos valores médios acumulados de produtividade, nas quais a sucessão de valores elevado e baixo de produtividade gerou patamares. Em contrapartida, em ambos os espaçamentos, os cafeeiros não irrigados (Figura 1a), apresentaram um efeito menos pronunciado deste fenômeno. No espaçamento de 3,0x1,0 m, por exemplo, houve um crescimento praticamente linear da produtividade média acumulada. Este fato pode ser explicado de acordo com a seguinte situação: no primeiro ano a produção em lavouras não irrigadas foi baixa (média de 15 sacas ha⁻¹) e, seu crescimento se deu de forma gradativa ao longo dos três primeiros anos. Os efeitos da bienalidade só foram verificados a partir do quarto ano. Já os cafeeiros irrigados apresentaram produtividades médias elevadas já no primeiro ano (acima de 55 sacas ha⁻¹ no tratamento mais irrigado) refletindo em queda no ano seguinte. Silva et al. (2008) trabalhando com a mesma cultivar Rubi MG-1122, sob o efeito de diferentes lâminas de irrigação, em espaçamento de 3,5x0,7m, relatam que a irrigação não amenizou o efeito da “bienalidade”.

CONCLUSÕES

Na região de Lavras, MG, mesmo com o uso da irrigação, o adensamento na entre linhas de plantio (de 4,0x1,0 m para 3,0x1,0 m) de cafeeiros, da variedade “Rubi” - MG-1192, não refletiu em aumento das produtividades médias acumuladas ao longo de cinco safras.

A produtividade total acumulada de cinco safras indicou que o uso da irrigação proporcionou aumentos de até 48% em relação ao plantio não irrigado o que torna recomendável o seu uso em sistemas de plantio com espaçamento de 4,0x1,0m.

A necessidade de água, por irrigação em sistemas de produção mecanizáveis (4,0 x 1,0 e 3,0x1,0m) é maior quando o espaçamento nas entrelinhas de plantio é reduzido em um metro.

REFERÊNCIAS

- ANDROCIOILLI FILHO, A. **Café adensado Espaçamento e cuidados no manejo da lavoura**. Londrina:IAPAR, 2002, 32p.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; FILHO, G. C. R.; TOLEDO, P. M. dos R. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Item**, ABID: Brasília, n. 63, p. 52-61, 2007.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; IRRIPUS (2008), disponível em <URL: HTTP://www.irriplus.com.br/ - 8k, acesso em 05/04/2009.
- MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação*. Editores, RIBEIRO et al.. Viçosa, MG, 1999, 359 p. p. 289-302.
- MALAVOLTA, E., MOREIRA, A. Nutrição e adubação do cafeeiro adensado. **Informações agrônômicas**, Piracicaba: POTAFOS, n. 80, p. 1-8, 1997 (Encarte técnico).

MATIELLO, J. B., SANTINATO, R., GARCIA, A. R., ALMEIDA, S. R., FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil:novo manual de recomendações**.Rio Janeiro:MAPA,2002,387p.

MATIELLO, J. B. & FIORAVANTE, N. Efeito da irrigação por aspersão em cafeeiros cultivados em Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30, São Lourenço, MG. 2004. **Trabalhos apresentados...** PROCAFÉ, UFLA, EPAMIG, p. 13, 2004.

MATIELLO, J.B. & DANTAS, F. S. Fatores que afetam a produtividade da cultura do cafeeiro, 1984, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 1986. P.13-11.

SANTINATO, R., FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Rio de Janeiro. MAPA/PROCAFÉ, 2002. 250p. SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.. Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento. 1. ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. 358 p.

SCALCO, M. S.; COLOMBO, A.; GUIMARÃES, R. J.; OLIVEIRA, P. M.; ALEXANDRE, L. P. B. Produtividade do cafeeiro em função do regime hídrico e do adensamento. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, Araguari, MG. 2008. **Anais...** ACA, CAFÉ DO CERRADO MINAS GERIAS BRASIL, p. 94, 2008.

SILVA, C. A. da; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.387-394, mar. 2008.