

# ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, DENSIDADE DE PLANTIO E MANEJO DE IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO

Fátima Conceição Rezende<sup>1</sup>, André Luiz Dias Caldas<sup>2</sup>, Myriane Stella Scalco<sup>3</sup>,  
Manoel Alves de Faria<sup>4</sup>

(Recebido: 23 de agosto de 2013; aceito: 5 de novembro de 2013)

**RESUMO:** O estresse hídrico pode afetar a arquitetura do dossel, o uso da radiação e reduzir o índice de área foliar que é diretamente relacionado à evapotranspiração. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o índice de área foliar do cafeeiro, em função do sistema de plantio e do manejo de irrigação. O experimento foi conduzido na UFLA em uma lavoura de café Rubi, irrigada por gotejamento. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (densidade de plantio nas parcelas e tratamentos de irrigação nas subparcelas) e quatro repetições. Adotaram-se três manejos de irrigação: sem irrigação (T0), irrigado quando a tensão da água no solo atingiu valores próximos a 60 kPa, no tensiômetro localizado a 0,25 m de profundidade (T2), e irrigado segunda, quarta e sexta-feira, repondo a lâmina perdida por evapotranspiração (T3), sob quatro densidades de plantio (2500, 3333, 5000 e 10.000 plantas ha<sup>-1</sup>). O índice de área foliar foi medido de abril a dezembro, em 2009 e 2010 e de abril a setembro em 2011, utilizando o LAI 2000. As medidas foram realizadas em uma linha de cada subparcela, que tinha 10 plantas. Os dados representam a média das leituras. O índice de área foliar tende a aumentar com o aumento da densidade de plantio e é variável ao longo do ano, sofrendo forte influência da colheita e da ocorrência de doenças e pragas. A irrigação pode proporcionar maior índice de área foliar, independente da densidade de plantio e tende a apresentar maior efeito na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Termos para indexação:** *Coffea arabica*, estresse hídrico, gotejamento.

## LEAF AREA INDEX, PLANT DENSITY AND WATER MANAGEMENT OF COFFEE

**ABSTRACT:** Water stress can affect the canopy architecture, the use of radiation and reduce leaf area index. The leaf area index is a parameter that is directly related to evapotranspiration. Was evaluated the leaf area index of coffee in a function of tillage system and irrigation management in an orchard of coffee, cv. Rubi MG-1192, drip irrigation. A randomized block experimental design with split-plot (density in plots and subplot irrigation treatments) and four replications. Was adopted three irrigation management: no irrigation (T0), irrigated when soil water tension reached 60 kPa in tensiometers installed at 0.25 m depth (T2) and irrigated Monday, Wednesday and Friday, replacing the depth evapotranspiration (T3), under four planting densities (2500, 3333, 5000 and 10000 plants ha<sup>-1</sup>). Leaf area index was measured from April to December of 2009 and 2010 and April to September of 2011 the late afternoon using the Canopy Plant Analyzer (LAI 2000). Measurements were taken in a plot with 10 plants and the data represent the average of the readings. The leaf area index tends to increase with the increase of planting density and varies throughout the year, suffering strong influence of harvest and occurrence of diseases and pest. Irrigation can providing greater leaf area index independent of plant density and tends to present higher effect on density of 2500 plants ha<sup>-1</sup>.

**Index terms:** *Coffea arabica*, water stress, drip irrigation.

### 1 INTRODUÇÃO

A densidade de plantio e a irrigação são práticas que alteram o microclima da cultura interferindo na temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e, conseqüentemente, afetando a área foliar do dossel. De acordo com Blanco e Folegatti (2005), a área foliar é uma importante variável para estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo o crescimento da planta, interceptação de luz, eficiência fotossintética, evapotranspiração e resposta aos fertilizantes e irrigação. A área foliar influencia fortemente o crescimento e a produtividade da cultura e a estimativa da mesma

é um componente fundamental dos modelos de crescimento da cultura (LIZASO; BATCHELOR; WESTGATE, 2003), bem como para previsão de produtividade (POCOCK; EVANS; MEMMOTT, 2010; WHITE et al., 2010). Conforme Coelho Filho et al. (2005), dentre os diferentes usos do conhecimento de área foliar de plantas, destaca-se a estimativa da transpiração, fundamental para o manejo da irrigação localizada em fruteiras. O índice de área foliar é a relação existente entre a área foliar e a área do terreno ocupada pela cultura e de acordo com Righi e Bernardes (2008), são determinantes da produtividade. Qualquer mudança no índice de área foliar do dossel,

<sup>1,2,3,4</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG - Laboratório de Hidráulica - Cx. P. 3037 37.200-000 - Lavras - MG - frezende@deg.ufla.br, caldasagri@yahoo.com.br, msscalco@deg.ufla.br, mafaria@deg.ufla.br

causado por geadas, tempestades, desfolhas, seca, práticas de manejo, etc., é acompanhada de alterações em produtividade (BRÉDA, 2003). O estresse hídrico, a deficiência nutricional e doenças e/ou pragas podem impor uma atividade biológica que resulte na redução da produção da biomassa. Em consequência, a estrutura do dossel pode ser afetada alterando-se o regime de uso da radiação solar.

São poucos os estudos sobre área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF) para a cultura do café, mas Arcila-Pulgarín e Chaves-Córdoba (1995), Villa Nova et al. (2002) e Valencia (1973), apresentam dados sobre a variação de AF e IAF, em função do tempo, para o café arábica cv. Caturra, Colombia e Apotã IAC-2258, respectivamente. Segundo Valencia (1973) o índice de área foliar ótimo para o *Coffea arabica* variedade Caturra é de 8 e, esse índice pode ser alcançado três anos após o plantio, com densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup>, ou aos quatro anos, com 5000 plantas ha<sup>-1</sup>. No trabalho desenvolvido por Arcila-Pulgarín e Chaves-Córdoba (1995), foi observado que o índice de área foliar variou com a idade da planta e com a densidade de plantio, atingindo valores de 9,8, 9,11 e 5,84 para as densidades de 10000, 5000 e 2500 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De acordo com Pereira, Camargo e Villa Nova (2011), independentemente da cultivar, o desenvolvimento da área foliar mostra o mesmo padrão ao longo do tempo e a área foliar máxima, por planta, tende a ser atingida de três a cinco anos após plantio, sendo determinada pela densidade de plantio.

Conhecer a variação temporal do índice de área foliar do cafeeiro permitirá definir as melhores estratégias de manejo de irrigação, uma vez que a área foliar é a responsável pelas maiores perdas de água (FAVARIN et al., 2002), bem como do seu potencial de produção. De acordo com Barbosa et al. (2012), não existem métodos de estimativa que considerem as particularidades da cultura do café que afetam o índice de área foliar no tempo e no espaço e permitam estimar essa variável, não só para plantas isoladas, como também para cada linha de plantio. Existem trabalhos realizados para determinar-se a variação temporal do índice de área foliar de culturas anuais. Entretanto, no Brasil, são escassos os trabalhos de pesquisa sobre essa variável para o cafeeiro. Assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a variação do índice de área foliar do cafeeiro, em função da densidade de plantio e do manejo de irrigação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras/MG. A área está situada a uma altitude média de 910m, latitude sul de 21° 14', longitude oeste de 45° 00'. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado por uma estação chuvosa (de outubro a março) e uma estação seca (de abril a setembro). A temperatura média do mês mais quente é de 22,8 °C, a do mês mais frio é de 17,1 °C, com uma média anual de 20,4 °C, a precipitação anual é de 1460 mm e a evapotranspiração potencial de 956 mm. (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O plantio da lavoura foi realizado em três de janeiro de 2001, utilizando-se mudas sadias de cafeeiro, *Coffea arabica* L. cv. Rubi MG-1192 e, em agosto de 2007, as plantas foram decotadas a 1,40 m de altura e esqueletadas a 0,40m do ramo ortotrópico. Desde a instalação do experimento, a adubação de todas as parcelas experimentais foi realizada com base nos resultados da análise de fertilidade do solo e recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFMSG (1999), sendo os valores corrigidos para cafeeiros irrigados. Nos tratamentos irrigados, a adubação com macronutrientes foi feita por fertirrigação e nos não irrigados, de forma manual; porém utilizando as mesmas fontes. Durante a condução do experimento, os tratamentos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

O sistema de irrigação utilizado na área foi gotejamento, em que a água foi distribuída às plantas através de gotejadores autocompensantes, com vazão nominal de 3,75 L h<sup>-1</sup>. O espaçamento entre gotejadores foi de 0,40 m, formando uma faixa molhada contínua ao longo da linha de plantio.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As quatro densidades de plantio foram localizadas nas parcelas e os manejos de irrigação e as testemunhas não irrigadas foram distribuídas aleatoriamente nas subparcelas. Cada subparcela foi constituída por 10 plantas e os tratamentos constaram de três manejos da irrigação, sendo: uma testemunha sem irrigação (T0); irrigações durante todo o ano, quando a tensão da água no solo atingia valores próximos de 60 kPa no tensiômetro, localizado a 0,25 m de profundidade (T2), e irrigações pelo manejo do balanço hídrico climatológico (BHC), utilizando-se o software Irriplus, irrigando-se

três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira) (T3) repondo a lâmina evapotranspirada, no intervalo entre as irrigações. Esses tratamentos de irrigação foram estudados em quatro densidades de plantio sendo: 2500 plantas ha<sup>-1</sup> (4,0x1,0 m), 3333 plantas ha<sup>-1</sup> (3,0x1,0 m), 5000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0x1,0 m) e 10000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0x0,5 m).

No tratamento T2, a lâmina necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, foi calculada considerando as leituras dos tensiômetros instalados a 0,10; 0,25; 0,40 e 0,60 m, representando as camadas de 0 a 0,175 m, de 0,175 a 0,325 m, de 0,325 a 0,50 m e superior a 0,50 m, respectivamente. Os dados de tensão foram obtidos com leituras diárias. Os dados meteorológicos necessários para o cálculo do balanço hídrico climatológico, usados no software Irriplus, foram monitorados diretamente no local do experimento, utilizando-se uma estação meteorológica  $\mu$ metos.

O índice de área foliar foi obtido utilizando o LAI 2000 Plant Canopy Analyzer, fabricado pela LICOR Inc./USA, e um sensor com uma abertura de 90°. Em cada subparcela, definida por 10 plantas, foi realizada uma medida acima da vegetação (leitura do espaço sem interferência de qualquer forma de sombreamento) e oito medidas sob a copa, ao longo do renque formado pelas plantas da subparcela. As medidas foram realizadas no final da tarde, período em que predomina a fração de radiação difusa, minimizando-se os erros relativos à incidência de radiação direta no sensor. O índice de área foliar (IAF) foi avaliado de abril a dezembro de 2009 e 2010 e de abril a setembro de 2011.

Embora os tratamentos tenham sido dispostos obedecendo um delineamento experimental não foi realizada uma análise estatística clássica, pois entre as diversas datas de avaliação, outros fatores (climáticos e condições da planta), que não os tratamentos aplicados, podem influenciar nos resultados. Com os dados obtidos foram feitas representações gráficas em função do tempo para os diversos tratamentos, visando-se analisar o comportamento desse índice.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

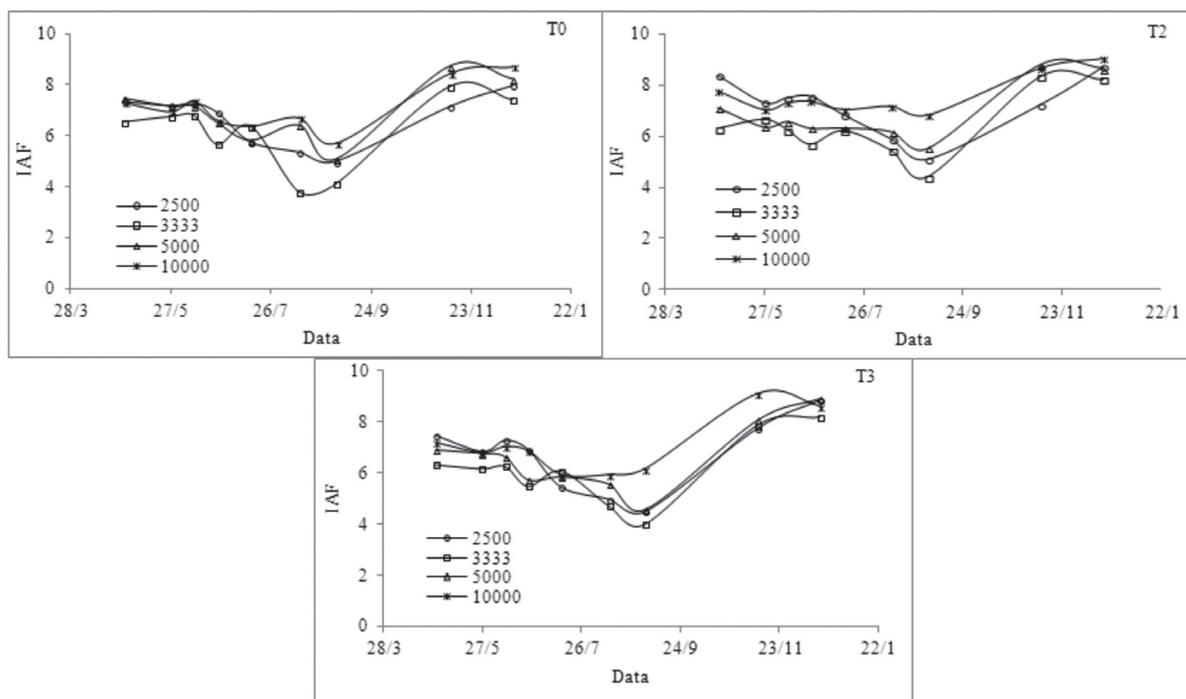
Os dados da precipitação anual e das lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos irrigados T2 e T3, nos anos 2009, 2010 e 2011, estão apresentados no Quadro 1. Em 2010, a precipitação registrada foi de 1269,5 mm, sendo, aproximadamente, 30% inferior ao observado em 2009.

Em 2009, no tratamento T2 e T3, em todas as densidades de plantio, a lâmina total fornecida (P+I) foi superior a 2000 mm. No tratamento T2, a lâmina aplicada na densidade de 5000 plantas ha<sup>-1</sup> nos três anos de avaliação, foi superior à lâmina aplicada na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup>. Verificou-se também que, de 2009 para 2010, no tratamento T2, a lâmina aplicada aumentou em todas as densidades de plantio. No tratamento T3, em 2009, a lâmina aplicada aumentou com o aumento do número de plantas, porém nos anos subsequentes as lâminas aplicadas nas densidades de 5000 e 10000 plantas ha<sup>-1</sup> foram equivalentes. Comparando os tratamentos T3 e T2, pode-se observar que, no geral, para todas as densidades de plantio, a lâmina aplicada foi maior no tratamento T3. Os dados do índice de área foliar (IAF), avaliado de abril a dezembro de 2009 estão apresentados na Figura 1 para os tratamentos adotados e pode-se verificar que os menores valores tendem a ocorrer na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup> até o mês de setembro, porém em novembro e dezembro houve uma recuperação, atingindo valores da ordem de 7,87. Devido à colheita do café realizada no mês de julho observou-se uma redução no índice de área foliar na avaliação realizada em julho e agosto. No mês de setembro, houve uma redução mais acentuada, em todos os manejos de irrigação e densidade de plantio e que pode ser reflexo da ocorrência de bicho mineiro que, na região, apresenta um pico populacional de setembro-outubro e promove a queda das folhas. Em novembro e dezembro, que compreende um período vegetativo para as condições climáticas do Brasil (CAMARGO; CAMARGO, 2001), em todas as condições estudadas, o índice de área foliar apresentou recuperação, sendo os maiores valores observados nos tratamentos irrigados T2 e T3 (Fig. 1). No mês de dezembro, verifica-se no tratamento T0 e T2 (Fig. 1) que o valor de IAF tende a ser maior na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup> e que, em todos os tratamentos de irrigação, o menor valor foi registrado na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup>. Os valores de IAF, observados na última avaliação, foram superiores aos valores observados na primeira avaliação para todos os tratamentos de irrigação e densidade de plantio, o que pode ser um indicativo de que os tratamentos culturais adotados e as condições climáticas da região contribuíram para o desenvolvimento foliar das plantas.

**QUADRO 1** - Dados, em milímetro, de precipitação (P), lâmina de irrigação (I) e lâmina de água recebida (P+I), em cada tratamento de irrigação, em função das densidades de plantio, nos anos avaliados.

Ano	Precip.	T3 (Irriplus)			T2 (60 kPa)		
		2500	3333	5000	2500	3333	5000
2009	1811,5	472,1	523,8	583,1	203,6	195,2	310,3
P+I		2283,6	2335,3	2394,6	2015,1	2006,7	2121,8
2010	1269,5	337,5	412,5	514,6	280,8	283,9	501,8
P+I		1607,0	1682,0	1784,1	1550,3	1553,4	1771,3
2011*	900,3	198,2	251,6	333,4	265,3	222,0	458,5
P+I		1098,5	1151,9	1233,7	1165,6	1122,3	1358,8

\* Dados observados de janeiro a setembro, uma vez que as avaliações foram interrompidas devido à finalização do experimento em campo.



**FIGURA 1** - Dados de IAF registrados em 2009, em cada densidade de plantio, nos tratamentos não irrigado (T0), irrigado quando a tensão atinge valores próximos a 60 kPa (T2), e irrigado segunda, quarta e sexta-feira (T3).

Os dados de índice de área foliar de cada densidade de plantio avaliados em 2010, estão relacionados na Figura 2. Na densidade de 2500 plantas  $ha^{-1}$ , no tratamento não irrigado (Fig. 2 T0), o valor médio do IAF em janeiro foi de 7,32 e reduziu-se ao longo do período, atingindo um valor de 1,85 em dezembro. Nessa densidade, em 2010, a aplicação manual de fertilizantes nos tratamentos não irrigados proporcionou injúria no caule das plantas úteis, de algumas das parcelas avaliadas, o que certamente contribuiu para a redução do IAF. Essas plantas, que já se apresentavam com maior desgaste devido à maior exposição a períodos de deficiência hídrica, apresentaram sintomas de amarelecimento e subsequente perda de folhas. Verifica-se também que, na densidade de 10000 plantas  $ha^{-1}$  os valores tendem a ser maiores. No tratamento irrigado, quando a tensão de água no solo é próxima de 60 kPa (Fig. 2 T2), verifica-se que os valores de IAF, em cada densidade de plantio, foram semelhantes, exceto na densidade de 2500 plantas  $ha^{-1}$  que, a partir do mês de junho apresentam valores menores, atingindo em agosto um valor de 4,11. No tratamento irrigado segunda, quarta e sexta-feira (Fig. 2 T3), os valores observados de janeiro a julho também foram semelhantes e, a partir de agosto houve uma maior diferença entre as densidades, sendo que o menor valor foi verificado na densidade de 2500 plantas  $ha^{-1}$ .

Verifica-se também que, na densidade de 5000 plantas  $ha^{-1}$  a redução do IAF, em agosto e setembro não foi tão acentuada como nas demais densidades de plantio. Após a segunda avaliação, houve uma redução nos valores de IAF, em todas as densidades de plantio e tratamentos de irrigação, o que pode ter sido devido à doenças e/ou pragas que causaram a queda de folhas. Resultados do trabalho conduzido por Paiva et al. (2011), nessa área experimental, indicaram que a máxima intensidade da ferrugem ocorreu entre os meses de abril e maio de 2008. Os resultados de trabalhos realizados por Santos et al. (2008), em lavoura de café orgânico sem irrigação e Custódio et al. (2010) e Talamini et al. (2003) em lavouras irrigadas verificaram que a maior incidência de cercosporiose ocorreu entre os meses de maio e julho. Nas avaliações seguintes, houve uma recuperação no índice de área foliar, seguida de nova redução no mês de julho e agosto, sendo essa redução devido à colheita, que promove uma queda de folhas.

Os dados obtidos em 2011 estão relacionados na Figura 3. No tratamento não irrigado (Fig. 3 T0), os valores de índice de área foliar (IAF), observados na densidade de 2500 plantas  $ha^{-1}$  tendem a ser menores e o IAF aumenta à medida que aumenta o número de plantas por área.

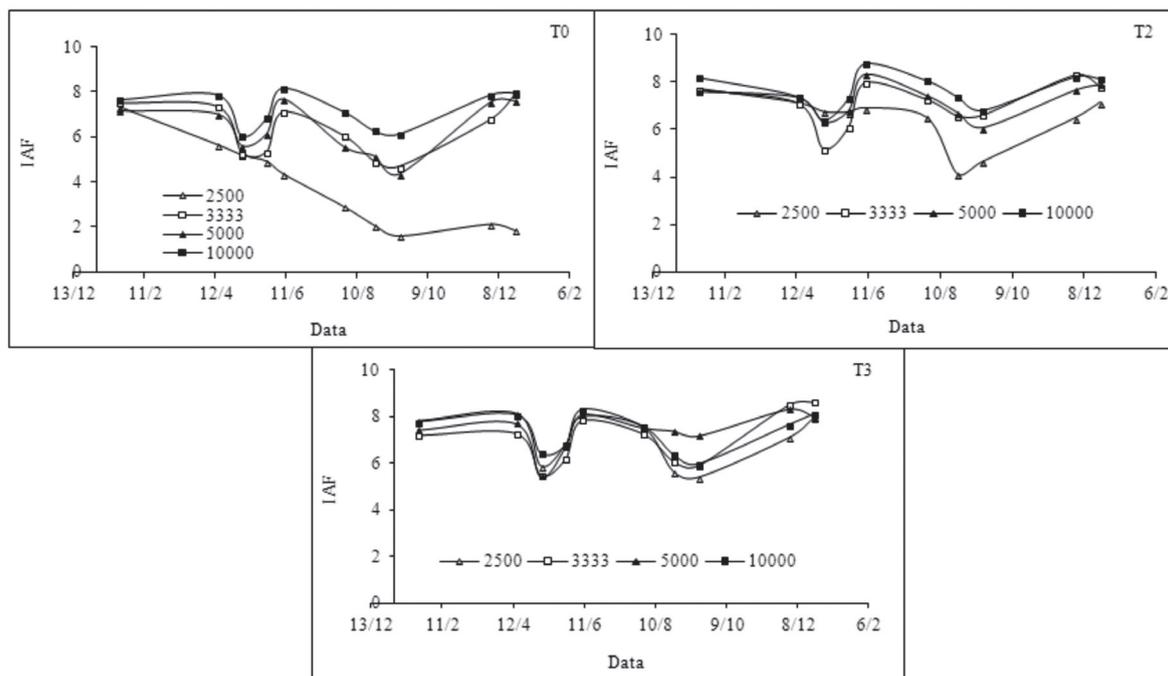


FIGURA 2 - Dados de IAF registrados em 2010, em cada densidade de plantio, nos tratamentos não irrigado (T0), irrigado quando a tensão atingia valores próximos a 60 kPa (T2), e irrigado segunda, quarta e sexta-feira (T3).

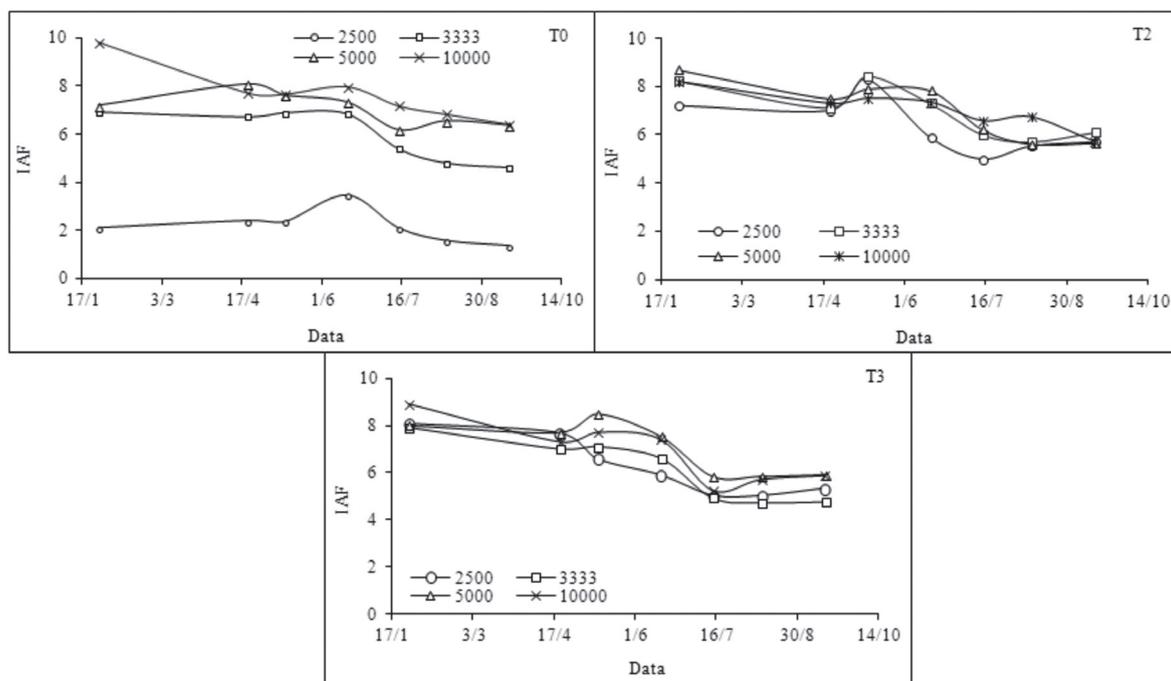


FIGURA 3 - Dados de IAF registrados em 2011, em cada densidade de plantio, nos tratamentos não irrigado (T0), irrigado quando a tensão atingia valores próximos a 60 kPa (T2), e irrigado segunda, quarta e sexta-feira (T3).

Verifica-se também que o IAF reduziu após a avaliação realizada em junho, em todas as densidades de plantio, devido à queda de folhas causada pela colheita. Os valores médios observados durante o período de avaliação foram de 2,2 (2500 plantas ha<sup>-1</sup>), 6,0 (3333 plantas ha<sup>-1</sup>), 7,1 (5000 plantas ha<sup>-1</sup>) e 7,7 (10000 plantas ha<sup>-1</sup>). Os dados representados na Figura 3 (T2) indicam que a densidade de plantio não influenciou o índice de área foliar. Nas avaliações realizadas em 26/01 e em 15/06, o menor valor do IAF tende a ocorrer na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>.

Em julho, o valor de IAF reduziu em todas as densidades de plantio, devido à queda de folhas causada pela colheita. Após a colheita até setembro, o maior valor tende a ser registrado na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup> exceto na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os valores médios observados durante o período de avaliação foram de 6,4 (na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>), 7,0 (na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup>), 7,1 (na densidade de 5000 plantas ha<sup>-1</sup>) e 7,1 (na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup>). Os dados do índice de área foliar (IAF), apresentado na Figura 3 (T3), demonstram que os menores valores tendem a ser observados nas densidades de 2500 e 3333 plantas ha<sup>-1</sup>. Verifica-se, também, que o IAF tende a reduzir, durante o período de avaliação, em todas as densidades de plantio. Analisando os dados médios do período, observa-se que o IAF aumenta à medida que aumenta o número de plantas por área, com valores médios da ordem de 6,3 (2500 plantas ha<sup>-1</sup>), 6,2 (3333 plantas ha<sup>-1</sup>), 7,0 (5000 plantas ha<sup>-1</sup>) e 6,9 (10000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Na Figura 4 estão relacionados os dados de IAF, observados em 2009. Na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>, no período entre abril e setembro, os valores de IAF observados no tratamento T2, variaram entre 5,08 (setembro) e 8,39 (abril). Entre o mês de julho e setembro, os valores observados no tratamento T3 tendem a ser menores; posteriormente, houve uma recuperação da área foliar e, nos meses seguintes, apresentaram-se valores variando de 7,7 a 8,8. Na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup> nos três tratamentos avaliados, a variação do IAF foi pequena, exceto no mês de agosto em que a diferença foi maior. Durante o período de avaliação, no tratamento T2, tendem a ocorrer os maiores valores de IAF, com destaque para o período após o mês de julho. Na densidade de 5000 plantas ha<sup>-1</sup> verifica-se que, do final do mês de junho até o mês de novembro, os valores de IAF registrados no tratamento T3 variaram entre 4,56 (setembro) e 8,08 (novembro).

Na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup> os maiores valores tendem a ocorrer no tratamento T2. Nessa densidade de plantio, os valores médios observados durante o ano tendem a ser maiores do que os observados nas demais densidades de plantio, com valores médios superiores a 7,1, enquanto que, nas demais densidades, os valores médios variaram entre 6,1 e 6,9.

Os dados de IAF, observados em 2010, estão apresentados na Figura 5. Na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup> pode-se verificar que, a partir de junho os tratamentos irrigados (T2 e T3) apresentaram um desenvolvimento foliar semelhante, porém no tratamento T3 esses tendem a ser maiores. Verifica-se, também, que a redução do IAF entre julho e agosto foi mais acentuada no tratamento T2. Já os dados relativos ao tratamento T0 foram comentados com base nos dados da Figura 2. Como pode ser observado, os valores de IAF nas três primeiras avaliações e nos três tratamentos, da densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentaram valores próximos, variando de 5,18 (T2 em maio) a 7,7 (T2 em janeiro). A partir do final de maio, houve uma diferenciação entre os tratamentos com tendência de menores valores no tratamento T0. Verifica-se, também, que a redução no IAF devido à colheita, entre julho e setembro, foi menor no tratamento T2.

Já na densidade de 5000 plantas ha<sup>-1</sup> o tratamento T0 tende a apresentar os menores valores de IAF. Verifica-se que, a partir do mês de julho, os valores observados no tratamento T3 variaram de 7,2 a 8,3 e que, neste tratamento, a redução da área foliar devido à colheita tende a ser menor do que nos demais tratamentos. Na densidade de 10000 plantas ha<sup>-1</sup> os maiores valores de IAF tendem a ocorrer no tratamento T2 e a diferença entre os tratamentos é menos acentuada do que o observado nas demais densidades de plantio. Os valores médios de IAF de todos os tratamentos tendem a ser maiores do que os valores médios observados nas demais densidades de plantio.

Em 2011 (Figura 6), o IAF foi avaliado até o mês de setembro, uma vez que a irrigação foi suspensa devido à erradicação da lavoura. Pode-se verificar na densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup> que o IAF do tratamento T0 não apresentou recuperação e que os valores nos tratamentos irrigados foram semelhantes, exceto no mês de maio. Na densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup> o valor de IAF no tratamento T2, tende a ser maior, e o tratamento T0 e T3 apresentaram valores semelhantes, a partir do mês de abril. Na densidade de 5000 plantas ha<sup>-1</sup> os valores foram observados nos tratamentos T0 e T2 tende a ser maior.

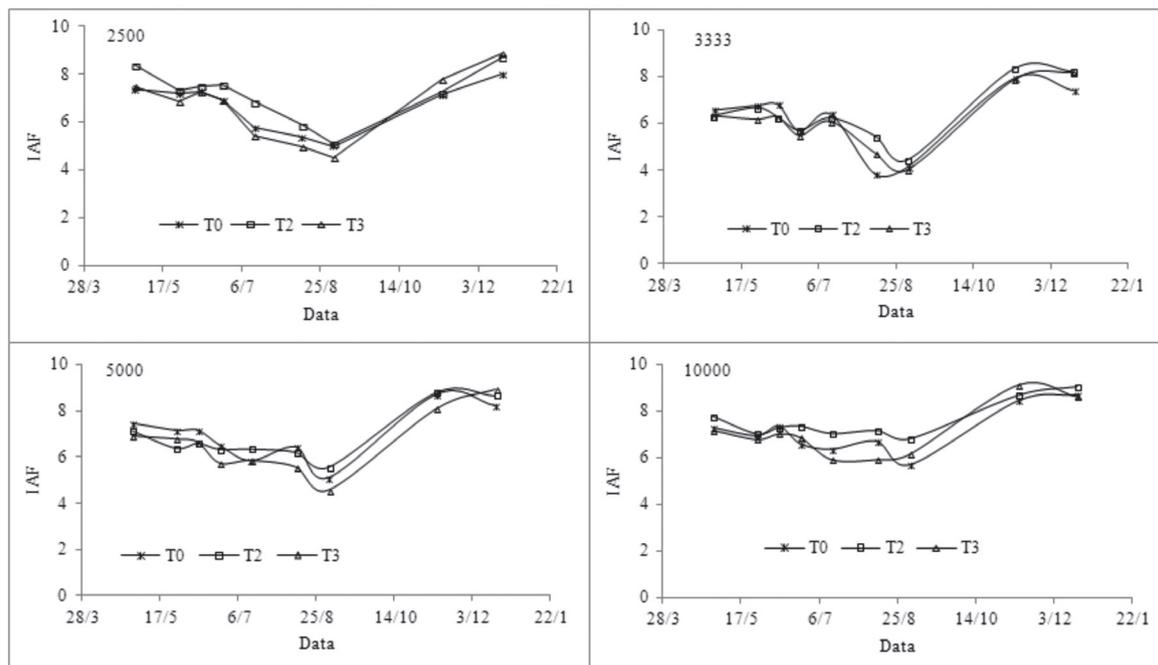


FIGURA 4 - Dados de IAF registrados em 2009 nas densidades de plantios de 2500, 3333, 5000 e 10000 plantas ha<sup>-1</sup> em função dos tratamentos de irrigação.

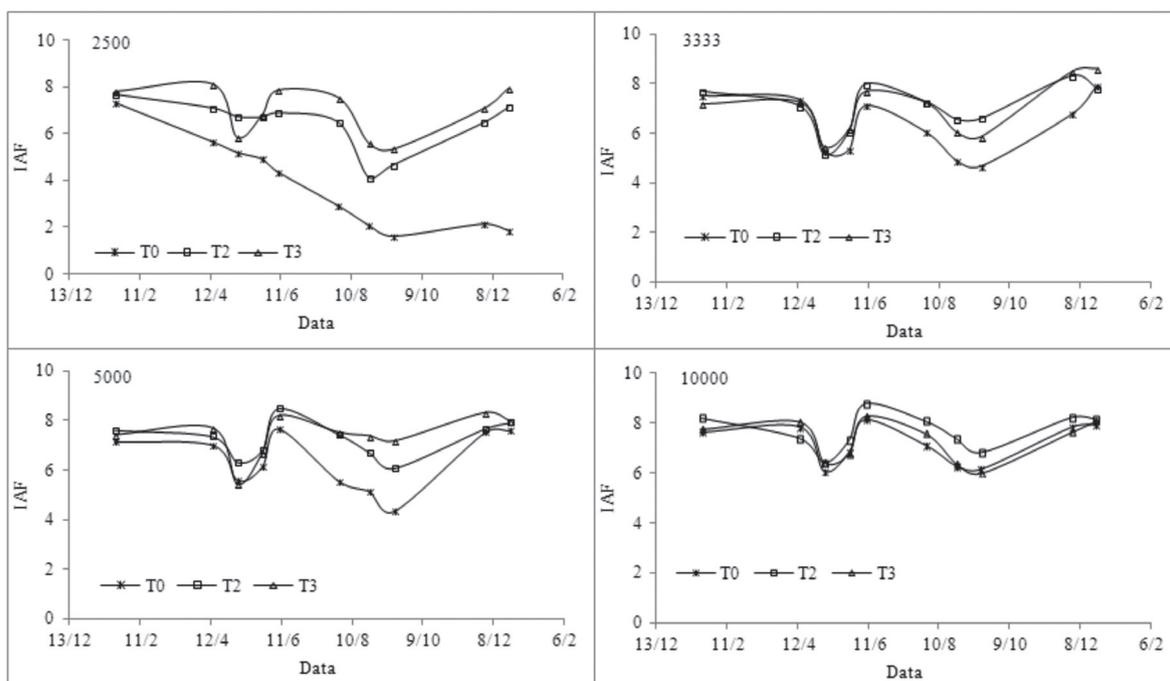
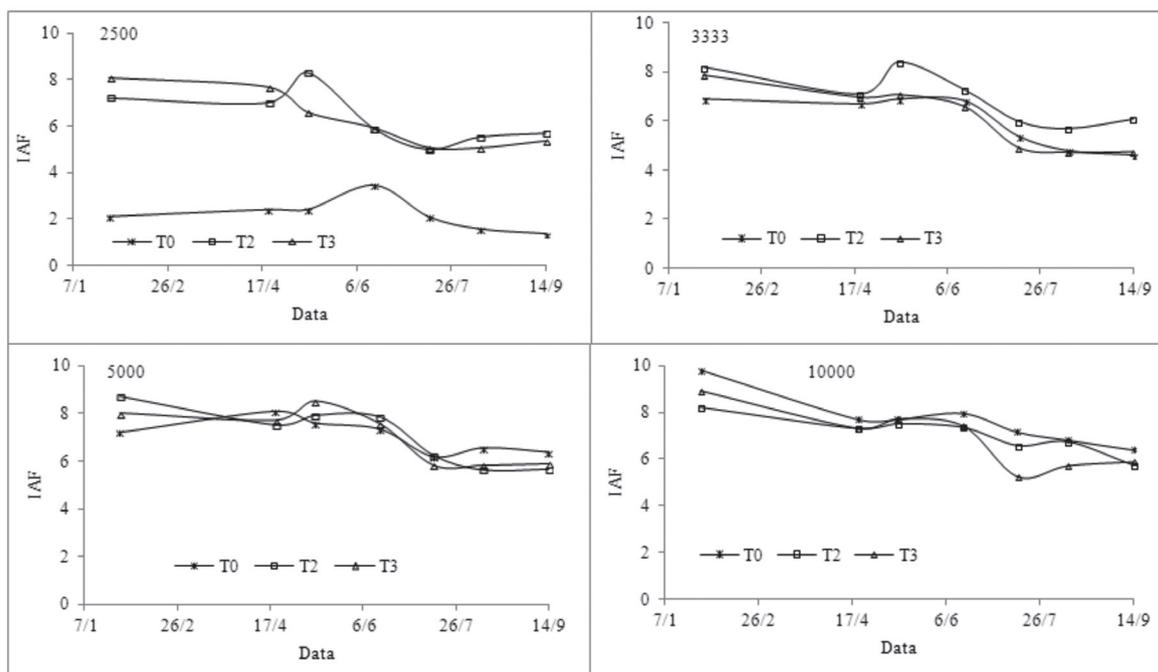


FIGURA 5 - Dados de IAF registrados em 2010 nas densidades de plantios de 2500, 3333, 5000 e 10000 plantas ha<sup>-1</sup> em função dos tratamentos de irrigação.

Já na densidade de 10000 plantas  $ha^{-1}$  verifica-se que o maior índice de área foliar tende a ser registrado no tratamento T0. Os dados de IAF, observados em 2011, pode ter sido influenciado pela bienalidade da cultura ou mesmo pelo manejo da irrigação.

Como mencionado anteriormente, para todas as condições avaliadas, o IAF reduz a partir de junho e somente apresenta uma recuperação a partir de setembro, sendo essa redução devido à colheita que promove uma grande queda de folhas. Observa-se nas Figuras 2 e 6 que, em todas as densidades de plantio e manejo de irrigação houve uma redução do IAF no mês de maio de 2010, o que pode ser devido ao efeito de pragas e/ou doenças que causaram queda de folhas. De acordo com Valencia (1973), a redução na área foliar e consequentemente do índice de área foliar pode ser devido à desfolha causada pela colheita, por deficiências nutricionais devido às altas produções registradas no ano e ao número de horas de insolação. Essa redução no número de horas de insolação induz a uma menor intensidade do processo fotossintético e, portanto, o crescimento vegetativo é reduzido e a formação de novas folhas não é suficiente para repor as folhas que foram perdidas.

Os maiores valores de IAF são observados no mês de dezembro e janeiro. A média dos maiores valores de IAF, durante os três anos de avaliação na densidade de 2500 plantas  $ha^{-1}$  foi de 6,81; 7,87 e 8,36 para os tratamentos T0, T2 e T3, respectivamente. Na densidade de 3333 plantas  $ha^{-1}$ , a média dos maiores valores durante o período de avaliação foi de 7,52; 8,25 e 8,23 para os tratamentos T0, T2 e T3, respectivamente. Nos tratamentos T0, T2 e T3, a média dos maiores valores de IAF, durante os três anos de avaliação foi, respectivamente, de 7,97; 8,42 e 8,41 na densidade de 5000 plantas  $ha^{-1}$ . A média dos maiores valores de IAF, na densidade de 10000 plantas  $ha^{-1}$ , durante o período de avaliação para os tratamentos T0, T2 e T3 foi, respectivamente, 8,33; 8,49 e 8,87. Os dados obtidos neste trabalho são semelhantes aos observados por Valencia (1973), que mostram que o índice de área foliar é diretamente proporcional ao número de plantas por área, o que também foi observado por Arcila-Pulgarín e Chaves-Córdoba (1995). Verifica-se, também, que a grandeza dos valores registrados neste trabalho para a cultivar Rubi, são semelhantes aos obtidos por Arcila-Pulgarín e Chaves-Córdoba (1995), para a variedade Colombia e por Valência (1973), para a variedade Caturra, cultivadas nas densidades de 10000, 5000 e 2500 plantas  $ha^{-1}$ .



**FIGURA 6** - Dados de IAF registrados em 2011 nas densidades de plantios de 2500, 3333, 5000 e 10000 plantas  $ha^{-1}$  em função dos tratamentos de irrigação.

Em todos os tratamentos de irrigação e densidade de plantio, em 2009 e 2010, houve uma recuperação da área foliar entre o mês de setembro e dezembro sendo que, no ano de 2009, essa recuperação tende a ser maior do que em 2010. No tratamento não irrigado, nas densidades de 3333 e 5000 plantas ha<sup>-1</sup>, a recuperação da área foliar após o período de colheita foi aproximadamente igual, em 2009 e 2010. De acordo com Camargo e Camargo (2001), para as condições climáticas do Brasil, esse é um período de desenvolvimento vegetativo do cafeeiro.

Provavelmente, o histórico de produtividade dos tratamentos pode explicar esses resultados, considerando-se que há o efeito da bienalidade ou seja, após um ano de alta produtividade a planta tende a direcionar todas as reservas para o desenvolvimento vegetativo. Assim, a associação do índice de área foliar com a produtividade da cultura poderá ser uma alternativa para explicar os resultados apresentados, pois de acordo com Barbosa et al. (2012) a bienalidade e a sazonalidade influenciam fortemente o IAF. Deve ser considerado também que, durante o período de chuva, as características biométricas das plantas não irrigadas tende a se igualar ao de plantas irrigadas. Outros fatores que podem ter influenciado os dados de IAF são a radiação e o número de horas de insolação que interferem no processo fotossintético.

#### 4 CONCLUSÕES

- O índice de área foliar tende a aumentar com o aumento da densidade de plantio.
- O índice de área foliar é variável ao longo do ano e sofre forte influência da colheita e da ocorrência de pragas e doenças.
- A irrigação tende a proporcionar maior índice de área foliar, independente da densidade de plantio.
- O efeito da irrigação no aumento do índice de área foliar tende a ser maior na densidade de plantio de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>, do que nas densidades de 5000 e 10000 plantas ha<sup>-1</sup>.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Pesquisa Café, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.

#### 6 REFERÊNCIAS

ARCILA-PULGARÍN, J.; CHAVES-CÓRDOBA, B. Desarrollo foliar del café em três densidades de siembra. *Cenicafé*, Manizales, v. 46, n. 1, p. 5-20, 1995.

BARBOSA, J. P. R. A. D. et al. Estimativa do IAF de cafeeiro a partir do volume de folhas e arquitetura da planta. *Coffee Science*, Lavras, v. 7, n. 3, p. 267-274, 2012.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 305-309, 2005.

BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arabica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

COELHO FILHO, M. A. et al. Estimativa de área foliar de plantas de lima ácida "tahiti" usando métodos não destrutivos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999.

CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Intensidade da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro quanto a face de exposição das plantas. *Coffee Science*, Lavras, v. 5, n. 3, p. 214-228, 2010.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FAVARIN, J. L. et al. Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, jun. 2002.

LIZASO, J. L.; BATCHELOR, W. D.; WESTGATE, M. E. A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 1-17, 2003.

PAIVA, B. R. T. L. et al. Progresso da ferrugem do cafeeiro irrigado em diferentes densidades de plantio pós-poda. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 5, n. 1, p. 137-143, jan. 2011.

- PEREIRA, A. R.; CAMARGO, M. B. P. de; VILLA NOVA, N. A. Coffee crop coefficient for precision irrigation based on leaf area index. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 946-951, 2011.
- POCOCK, M. J.; EVANS, D. M.; MEMMOTT, J. The impact of farm management on species-specific leaf area index (LAI): farm-scale data and predictive models. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 135, n. 4, p. 279-287, 2010.
- RIGH, C. A.; BERNARDES, M. S. The potential for increasing rubber production by matching tapping intensity to leaf area index. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 72, n. 1, p. 1-13, 2008.
- SANTOS, F. da S. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 783-791, jul. 2008.
- TALAMINI, V. et al. Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com diferentes épocas de início e parcelamento s da fertirrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 141-149, jan./fev. 2003.
- VALENCIA, A. G. Relación entre el índice de área foliar y productividad del cafeto. **Cenicafé**, Manizales, v. 24, n. 4, p. 79-89, 1973.
- VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa do coeficiente de cultura do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 81-88, 2002.
- WHITE, D. et al. Observed and modified leaf area index in *Eucalyptus globulus* plantations: test of optimality and equilibrium hypotheses. **Tree Physiology**, Oxford, v. 30, n. 7, p. 831-844, 2010.