

RESISTÊNCIA ESTOMÁTICA E TAXA DE TRANSPIRAÇÃO DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO¹

Fátima Conceição Rezende², André Luiz Dias Caldas³, Myriane Stella Scalco⁴, Manoel Alves de Faria⁵, Elio Lemos da Silva⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café e com o apoio da Universidade Federal de Lavras – UFLA

² Pesquisadora. DS em Irrigação e Drenagem, DEG/UFLA, e-mail: frezende@ufla.br. Autor para correspondência

³ Aluno do Curso de Eng. Agrícola/UFLA, Bolsista do CBPD/Café, e-mail: andre cristais@yahoo.com

⁴ Pesquisadora. DS em Fitotecnia, DAG/UFLA, e-mail: mscalco@ufla.br

⁵ Prof. Titular do DEG/UFLA, e-mail: mafaria@ufla.br

⁶ Prof. PhD em Irrigação e Drenagem, DEG/UFLA, e-mail: elemos@deg.ufla.br

RESUMO: O trabalho foi conduzido na área experimental de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras/MG e teve como objetivo avaliar a resistência estomática e taxa de transpiração do cafeeiro, cultivar Rubi MG-1192, cultivado sob diferentes densidades de plantio definidas por 2500 plantas ha⁻¹ (4,0x1,0 m), 3333 plantas ha⁻¹ (3,0x1,0 m), 5000 plantas ha⁻¹ (2,0x1,0 m) e 10000, plantas ha⁻¹ (2,0x0,5 m), e irrigada por gotejamento. Os manejos de irrigação foram: sem irrigação (T0), irrigado quando a tensão da água no solo atingia 60 kPa (T2) em tensiômetros instalados a 0,25 m de profundidade e irrigado segunda, quarta e sexta-feira, repondo a lâmina perdida por evapotranspiração (T5). As medidas foram realizadas entre 12 e 13 horas, no período de abril a novembro de 2009, em uma planta de cada tratamento e em três folhas por planta. Foram selecionadas folhas totalmente expandidas, sadias, não sombreadas, orientadas no sentido leste/oeste. Os resultados indicaram que para todos os manejos de irrigação a resistência estomática tende a diminuir à medida que aumenta o número de plantas por hectare e apresenta os maiores valores no tratamento não irrigado. A taxa de transpiração tende a ser inversamente proporcional à resistência estomática e os maiores valores para todas as condições avaliadas foi obtido no mês de maio devido, provavelmente, à interação de fatores ambientais.

Palavra-chave: café, déficit hídrico, gotejamento

STOMATAL RESISTANCE AND TRANSPIRATION RATE OF COFFEE PLANTATION IN FUNCTION OF PLANTING DENSITY AND IRRIGATION MANAGEMENT

ABSTRACT: The study was carried out at the experimental area of crop coffee at the Federal University of Lavras / MG and aimed to evaluate the diffusive resistance and transpiration in crop coffee, cultivar Rubi MG-1192, cultivated under different planting densities: 2500 plants ha⁻¹ (4.0x1.0 m), 5000 plants ha⁻¹ (2.0x1.0 m), 10000, plants ha⁻¹ (2.0x0.5 m), from April to November 2009. Three irrigation management were used: i) no irrigation (T0); ii) irrigated when soil water tension at depth of 0.25 m reached 60 kPa (T2) ; iii) irrigated on Monday, Wednesday and Friday, replacing the estimated evapotranspiration (T5). The measurements were made from April to November 2009, from Noon to 1:00PM. Measurements were taken of one plant of each treatment with three replications. Totally expanded, healthy, not shaded and east/west guided leaves were selected. The results indicated for all irrigation management that stomatal resistance tends to decrease with increasing the number of plants per hectare and has the greatest values in the non irrigated treatment. The transpiration rate tends to be inversely proportional to the stomatal resistance and the highest values for all studied conditions were obtained in May probably due to the interaction of environmental factors.

Key-words: coffee, water deficit, drip irrigation

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, exportador e o segundo maior consumidor mundial de café e em 2009 a produção nacional foi de 39,47 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado sendo que Minas Gerais contribuiu com 19,88 milhões de sacas (CONAB, 2010). A produção nacional pode ser mais significativa se algumas técnicas de manejo da lavoura, tais como a irrigação e o plantio adensado, forem adotadas pelos produtores. Pesquisas conduzidas na região sul de Minas Gerais demonstram que a irrigação tem proporcionado aumentos significativos na produtividade ((LIMA et al., 2008, COELHO et al., 2009) e, de acordo com Silva et al. (2004), nos últimos anos tem-se verificado aumento na área plantada com sistema adensado em que o número de plantas por hectare é superior a 5000. Mudanças no manejo e na densidade dos cafezais, principalmente pelo uso de plantios adensados e/ou semi-adensados, resultam em alterações na quantidade de água consumida. No cafeeiro pequenas reduções no fornecimento de água podem induzir a uma diminuição no desenvolvimento e produção, mesmo não sendo visível qualquer sintoma de deficiência hídrica, tais

como a murcha das folhas ou outros sinais. A abertura estomática tem elevada importância agrônômica uma vez que é o principal mecanismo de controle, pela planta, na troca de gases. No cafeeiro, o fechamento dos estômatos tem sido frequentemente considerado como indicador primário do déficit hídrico. Silva et al. (2000) avaliando o efeito da radiação fotossinteticamente ativa e do déficit de pressão de vapor sobre o comportamento estomático de cafeeiros concluíram que a taxa transpiratória diminui com o aumento da resistência estomática durante o dia, e no período de maior demanda atmosférica os cafeeiros irrigados transpiram a uma taxa superior aos não irrigados. Verificaram também que a resistência estomática parece ter sido mais influenciada pela radiação do que pelo déficit de pressão de vapor.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a resistência estomática e a taxa de transpiração em função da irrigação e da densidade de plantio do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi conduzido na área experimental do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras/MG. A área está situada a uma altitude de 910m, latitude sul de 21° 14', longitude oeste de 45° 00'. O plantio foi realizado em 2001 utilizando-se mudas sadias de cafeeiro, variedade "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. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa (EMBRAPA 1999). Foram realizadas avaliações em plantas irrigadas e não irrigadas e em quatro densidades de plantio definidos por 2500 plantas ha⁻¹ (4,0 x 1,0 m), 3333 plantas ha⁻¹, 5000 plantas ha⁻¹ (2,0 x 1,0 m) e 10000 plantas ha⁻¹ (2,0 x 0,5 m). O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento com gotejadores espaçados de 0,40 m, formando uma faixa molhada ao longo da linha de plantio, e com vazão de 3,8 L h⁻¹. Três manejos da irrigação foram utilizados sendo: T0 - tratamento não irrigado; T2 - irrigado quando a tensão da água no solo, definido pela leitura dos tensiômetros instalados a 0,25 m de profundidade, registrava leituras próximas à tensão de 60 kPa e T5 - irrigado toda segunda, quarta e sexta-feira repondo a lâmina evapotranspirada entre as irrigações. 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 0,60m. Os dados de tensão foram medidos diariamente. As avaliações foram realizadas de abril a novembro de 2009, entre as 12:00 e 13:00 horas, em uma planta de cada densidade de plantio e tratamento de irrigação. Foram selecionadas três folhas sadias de cada planta, não sombreadas, totalmente expandidas, em ramos do terço médio das plantas orientado no sentido leste/oeste e entre o terceiro e o quarto par de folhas do ramo selecionado. A resistência estomática e a taxa de transpiração foram medidos com o porômetro, modelo LI 1600, fabricado pela Licor Inc. Foram analisados os dados médios das leituras realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram obtidos no período de abril a novembro de 2009 e na Tabela 1 estão relacionados os dados relativos às lâminas aplicadas (mm) nos tratamentos irrigados (T5 e T2) bem como a precipitação mensal (mm) ocorrida no período. No tratamento não irrigado (T0) o fornecimento de água às plantas foi devido à precipitação sendo o total

Tabela 1 – Dados de precipitação (mm) e lâmina mensal aplicada (mm) em cada tratamento e densidade de plantio durante o período de avaliação.

Mês	Prec.	T5				T2			
		2500	3333	5000	10000	2500	3333	5000	10000
Jan	331,7	16,8	18,3	19,9	29,0	10,6	0,0	0,0	0,0
Fev	186,6	17,2	19,0	20,8	29,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Mar	197,5	26,2	28,8	31,5	45,0	8,6	12,3	0,0	19,8
Abril	143,3	25,1	27,5	30,0	42,9	9,1	12,0	18,6	19,3
Mai	22,8	17,9	19,5	21,2	30,5	34,9	24,5	37,9	19,6
Jun	26,2	24,8	29,4	33,5	36,3	26,4	25,2	37,6	38,4
Julh	13,6	50,4	54,7	60,6	60,6	27,7	38,2	38,2	40,0
Agosto	41,9	59,4	64,7	71,6	71,6	34,9	47,7	50,8	58,0
Set	137,3	69,3	76,1	84,8	84,8	12,7	10,4	34,8	32,3
Out	135,2	34,8	42,6	47,6	47,6	25,1	12,2	37,1	0,0
Nov	122,09	90,3	103,2	111,8	111,8	13,7	12,6	55,3	37,2
Dez	453,4	26,6	29,5	33,5	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1811,5	458,7	513,2	566,9	623,4	203,6	195,2	310,3	264,6
P + I	1811,5	2270,2	2324,7	2378,4	2434,9	2015,1	2006,7	2121,8	2076,1

anual de 1811,5 mm. De maio a agosto a precipitação total foi de 100,9 mm o que corresponde a 5,57% do total anual.

Como pode ser observado no tratamento T5 a lâmina total aplicada durante o ano aumentou com o aumento da densidade de plantio. No tratamento T2 a lâmina aplicada na densidade de 3333 plantas ha⁻¹ foi 4,1% menor do que a lâmina aplicada na densidade de 2500 plantas ha⁻¹ e na densidade de 10000 plantas ha⁻¹ a diferença, em relação à lâmina aplicada na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, foi da ordem de 14,7%. A diferença de tendências entre o tratamento T5 e T2 pode ser devida à forma de manejo de irrigação, pois no tratamento T5 o manejo é realizado utilizando o programa Irriplus e o no tratamento T2 o manejo é realizado através das leituras de tensiômetros.

Na Tabela 2 estão relacionados os dados médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar, insolação, radiação solar, velocidade do vento e evapotranspiração obtidos em uma estação climatológica instalada na área experimental, durante o ano de 2009. Os dados de insolação foram obtidos na estação climatológica do 5º Distrito de Meteorologia do INMET, instalado a aproximadamente 600 metros da área experimental. Observa-se que de abril a agosto os dados de temperatura média, radiação e evapotranspiração apresenta os menores valores.

Tabela 2 – Dados médios mensais de temperatura (Tm), umidade relativa do ar (UR), insolação (I), radiação solar (RAD), velocidade do vento (V) e evapotranspiração (Eto) registrados durante o ano de 2009 na área experimental.

Mês	Tm (°C)	UR (%)	I (horas)	RAD (W m ⁻²)	V (m s ⁻¹)	Eto (mm)
Jan	21,9	83,4	5,5	186,9	2,9	102,4
Fev	22,6	82,4	7,2	218,5	1,3	110,3
Mar	22,3	84,3	7,9	181,1	0,8	101,1
Abr	19,4	92,2	7,5	175,1	0,2	77,1
Mai	17,8	89,2	7,5	136,9	0,2	56,2
Jun	15,9	82,6	-	129,8	1,0	49,2
Jul	18,5	71,9	7,5	153,7	2,2	74,1
Ago	18,5	66,2	6,7	162,3	2,4	87,4
Set	21,1	74,1	7,0	238,7	0,7	110,9
Out	21,1	80,7	5,9	257,5	0,5	129,4
Nov	23,3	78,0	6,6	305,4	0,4	156,9
Dez	21,5	87,1	3,9	210,7	0,4	112,7

Na Figura 1 estão relacionados os dados de resistência estomática (RE em s cm⁻¹) e da taxa de transpiração (T em µg cm⁻² s⁻¹), para cada densidade de plantio, no tratamento não irrigado (T0). Os dados indicam uma tendência de redução da RE com o aumento no número de plantas por hectare, e em consequência a taxa de transpiração é maior na densidade de 10000 plantas ha⁻¹. Nos meses de abril e maio a RE foi inferior a 2,85 s cm⁻¹ devido a precipitação e a partir de junho a mesma tende a aumentar sendo os maiores valores observados nas densidades de 5000 e 10000 plantas ha⁻¹. Com o início de período chuvoso a RE diminui, porém na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, no mês de setembro, a RE foi alta e pode ter sido devido a problemas com as folhas selecionadas para avaliação.

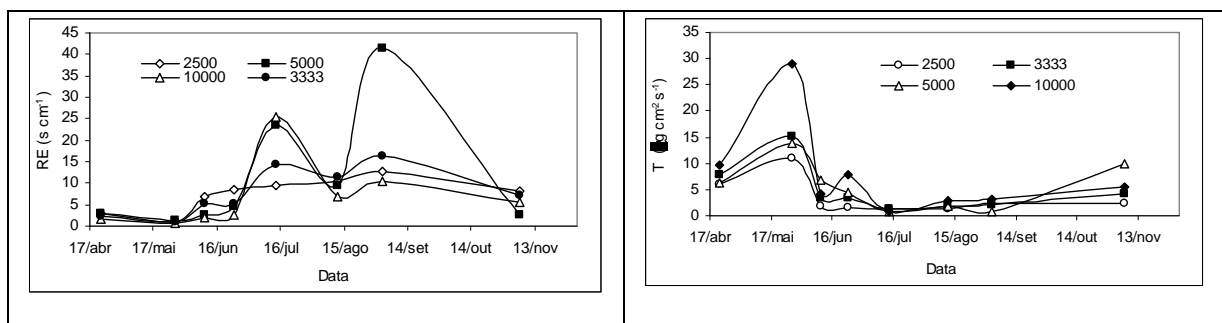


Figura 1 – Dados de resistência estomática (RE) e taxa de transpiração (T) do cafeeiro não irrigado (T0) observado em cada densidade de plantio.

Com o início da estação seca na região a taxa de transpiração reduziu em todas as densidades de plantio e até a última avaliação, realizada em novembro, apesar das precipitações observadas nos meses anteriores, os valores de T foram inferiores aos observados em abril. O maior valor de T em todas as densidades de plantio foi registrado no mês de maio.

Os dados de RE e T observados no tratamento irrigado quando a tensão da água no solo atingiu 60 kPa (T2) esta registrados na Figura 2. Os menores valores de RE foram obtidos nas densidades de 5000 e 10000 plantas ha⁻¹ o que é justificável tendo em vista que a lâmina de irrigação aplicada nestas densidade foram maiores do que aquela aplicada nas densidades de 2500 e 3333 plantas ha⁻¹. Em geral os maiores valores de RE foram registrados na densidade de 3333 plantas ha⁻¹ e como pode ser observado na Tabela a lâmina total aplicada foi a menor entre as demais densidades de plantio. Em todas as densidades o maior valor de RE foi observado em julho. No período avaliado as

maiores taxas de transpiração foram registradas em maio, e mesmo sendo irrigado nos meses subsequentes os valores foram inferiores aos observados nas três primeiras avaliações.

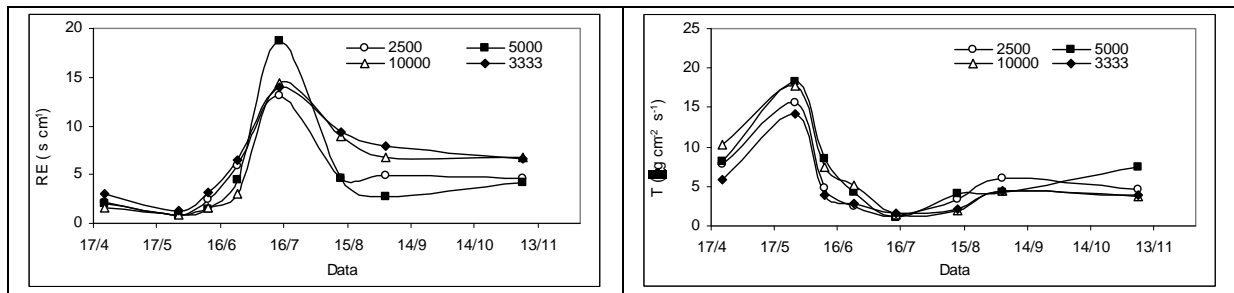


Figura 2 – Dados de resistência estomática (RE) e taxa de transpiração (T) do cafeeiro irrigado quando a tensão da água no solo atinge 60 kPa (T2) observados em cada densidade de plantio.

No tratamento irrigado segunda, quarta e sexta-feira (Figura 3) verificou-se que a partir da primeira quinzena de junho os valores de RE aumentaram atingindo maiores valores no mês de julho, que pode ser explicado tendo em vista que em alguns dias deste mês a lâmina de irrigação aplicada é menor devido à colheita. Consequentemente a taxa de transpiração neste mês foi menor. Nas avaliações seguintes a RE diminuiu, exceto nas densidades de 2500 e 3333 plantas ha^{-1} que no mês de novembro apresentam os maiores valores. Este resultado pode ser devido a problemas de entupimento do emissor próximo da planta que foi avaliada, a problemas no ramo em que a folha estava inserida ou mesmo a condições climáticas prevalentes. Verifica-se na Figura 3 que a RE registrada na densidade de 3333 plantas ha^{-1} , nas avaliações realizadas em setembro e novembro, foi maior do que nas demais densidades de plantio. Como pode ser observado na Tabela 1 a lâmina aplicada na densidade de 3333 plantas ha^{-1} , entre setembro e novembro, foi maior do que a lâmina aplicada na densidade de 2500 plantas ha^{-1} , portanto esperava-se que a RE fosse maior no tratamento que recebeu menor lâmina. A diferença da RE entre essas duas densidades, no mês de novembro, foi de 3,99 $cm\ s^{-1}$, porém não refletiu na taxa de transpiração que apresentou uma diferença de 0,16 $\mu g\ cm^{-2}\ s^{-1}$. A taxa de transpiração observada no tratamento T5 foi maior em todas as densidades de plantio na avaliação realizada em maio.

Para todas as densidades de plantio a RE tende a ser maior no tratamento não irrigado devido, provavelmente, ao fechamento dos estômatos para limitar a perda de água pela transpiração. Verificou-se, também, que do final do mês de maio até meados de julho a RE aumentou em todas as condições de manejo de irrigação, o que é explicado pela redução da precipitação no tratamento não irrigado. Porém para os tratamentos irrigados pode ser devido ao intervalo de tempo entre a irrigação e a avaliação ou mesmo devido à seleção da localização da folha e das características da mesma (posição na planta, sanidade, idade, etc.). Entre os tratamentos irrigados, para as densidades de plantio de 3333, 5000 e 10000 plantas ha^{-1} , a RE tende a ser menor no tratamento T5 (irrigado na segunda, quarta e sexta-feira), entretanto para a densidade de 2500 plantas ha^{-1} o menor valor de RE foi verificado no tratamento T2. A transpiração segue uma tendência inversa à resistência estomática.

A taxa de transpiração é afetada pela temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar e também por fatores da própria planta (Angelocci, 2002). No mês de maio a taxa de transpiração foi maior para todas as densidades de plantio e tratamento de irrigação analisados, e neste dia, no horário em que avaliação é realizada (entre 12 e 13 horas) verificou-se que a temperatura média foi de 29,4 °C, o déficit de pressão de vapor médio foi de 2,34 kPa e a radiação fotossinteticamente ativa foi 874 $\mu mol\ s^{-1}\ m^{-2}$. Provavelmente a interação dos fatores ambientais induziram ao aumento da taxa de transpiração. A redução da RE com o aumento do número de plantas por área cultivada pode ser devido a característica do dossel o qual apresenta folhagens mais densas causando um efeito de mútua proteção das folhas quanto à radiação solar e vento. Entretanto, de acordo com Angelocci (2002), o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos não é ainda completamente entendido, uma vez que está relacionado a um grande número de fatores do ambiente e da própria planta e a resposta para cada fator nem sempre é conhecida.

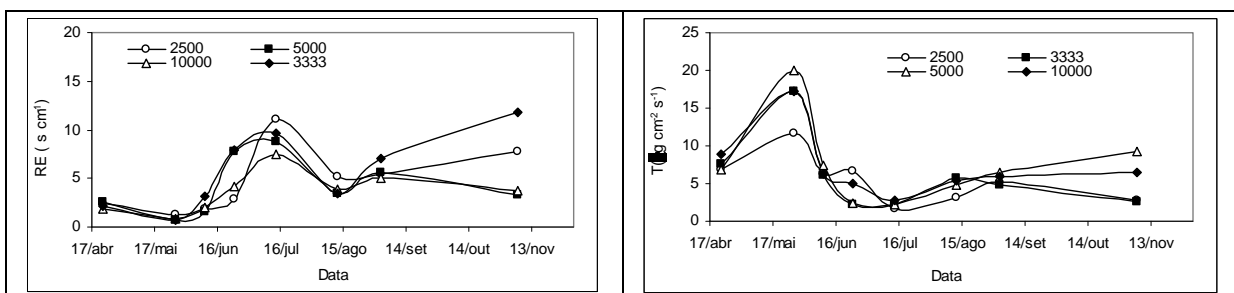


Figura 3 – Dados de resistência estomática (RE) e taxa de transpiração (T) do cafeeiro irrigado segunda, quarta e sexta-feira (T5) observados em cada densidade de plantio.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste período indicam que a resistência estomática tende a reduzir à medida que aumenta o número de plantas por hectare e apresenta maiores valores em plantas não irrigadas. Para todas as densidades de plantio e manejo de irrigação a taxa de transpiração foi maior no mês de maio devido provavelmente à interação de fatores ambientais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Ed. Luiz Roberto Angelocci, Piracicaba, 2002, 272 p. il.
- COELHO, G.; SILVA, A. M.; REZENDE, F.C.; SILVA, R. A.da; CUSTÓDIO, A.A.de P. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro “Catuaí”. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.67-73, 2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café. Safra 2010: Segunda Estimativa, Maio de 2010. Brasília: Disponível em :<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento_2010.pdf>. Acesso em Dez. 2010
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1832-1842, 2008.
- SILVA, C. A.; MELO, L. C. A.; RANGEL, O. J. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Produtividade do cafeeiro e atributos de fertilidade de latossolo sob influência de adensamento da lavoura e manejo da calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1066-1076, 2004.
- SILVA, A. M. da, LIMA, E. P., SILVA, E. L. da, COELHO, G., COELHO, M. R., COELHO, G. S., CASTRO, F. R. de. Efeito da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e déficit de pressão de vapor (DPV) sobre o comportamento estomático do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, V1. Anais.... Poços de Caldas, 2000, Brasília, 2000, p. 49-51.