

## DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO SOLO E SEU EFEITO SOBRE TRANSPIRAÇÃO DO CAFEIEIRO

GLAUCIO L. ARAUJO<sup>1</sup>, EDVALDO F. dos REIS<sup>2</sup>, ROGERIO R. RODRIGUES<sup>1</sup> & ELISÂNGELA K. V. de ANDRADE<sup>1</sup>.

1-Acadêmico de Agronomia, CCA-UFES, Bolsista de Iniciação Científica CNPq, glaucio\_araujo@yahoo.com.br.

2-Eng. Agrícola, Prof. Dr. Dep. de Eng. Rural, CCA-UFES, Bolsista de Produtividade em pesquisa CNPq, edreis@cca.ufes.br.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi quantificar a influência do déficit hídrico no solo sobre a transpiração de plantas do cafeeiro Arábica e Conilon. Para a realização deste estudo foi instalado um experimento em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. A água disponível, representada pela fração de água transpirável no solo (FATS), e a transpiração relativa foram medidos diariamente durante o período de deficiência hídrica. A redução da transpiração, indicativo do fechamento dos estômatos, ocorreu quando a FATS foi de 0,7 no cafeeiro conilon e de 0,9 no cafeeiro arábica.

**PALAVRAS CHAVE:** Estresse hídrico, *Coffea canephora*, *Coffea arábica*.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to quantify the influence of soil water deficit on transpiration of coffee Arábica and Conilon plants. For this study an experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Espírito Santo. The available water, expressed as the fraction of transpirable soil water (FATS) and relative transpiration were measured daily during the period of water stress. The reduction in transpiration, indicative of stomatal closure, occurred when the FATS was 0.7 at conilon coffee and 0.9 at arábica coffee.

**KEYWORDS:** Water stress, *Coffea canephora*, *Coffea arábica*.

**INTRODUÇÃO:** O conhecimento das relações entre deficiência hídrica e transpiração vegetal são de extrema importância para o entendimento das respostas das culturas ao déficit hídrico. Existem vários índices que podem ser utilizados para expressar a quantidade de água no solo, e a partir deles determinar o déficit hídrico, no entanto o índice que mais se aproxima como indicador real da quantidade de água no solo que pode ser utilizada pelas plantas para a transpiração é a fração de água transpirável no solo (FATS) (SANTOS & CARLESSO, 1998). No conceito da FATS, assume-se que o conteúdo de água no solo utilizado pela planta para a transpiração varia entre o conteúdo de água no solo na capacidade de campo, quando a transpiração é máxima, e o conteúdo de água no solo, quando a transpiração da planta é igual a 10 % da máxima (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).

Para a determinação da FATS, são considerados dois estádios: o estágio I quando a água está disponível livremente no solo e a planta não tem deficiência hídrica e sua condutância estomática e transpiração são máximas; e o estágio II quando a água disponível no solo diminui e a planta reduz sua condutância estomática e transpiração, para manter seu balanço hídrico e turgescência celular (BINDI et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi quantificar a influência do déficit hídrico no solo, representado pela FATS, sobre a transpiração do cafeeiro Conilon e Arábica (*Coffea canephora* e *Coffea arabica*), determinando a fração de água transpirável no solo em que a transpiração relativa começa a ser reduzida.

**MATERIAL & MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (latitude 20°42'51,61" Sul, longitude 41°27' 24,51" Oeste e altitude de 136,82 m) localizada no município de Alegre-ES. O clima da região é do tipo "Aw" com estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen.

O experimento foi montado em um esquema fatorial 2x2, com duas espécies de café, cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) e cafeeiro arábica (*Coffea arabica*) e em dois diferentes regimes hídricos, T<sub>0</sub> – irrigado durante todo o experimento e T<sub>d</sub> – déficit hídrico 20 dias após plantio, até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T<sub>0</sub>, em um delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições.

Cada parcela experimental foi composta por um vaso de 12 litros preenchido com latossolo vermelho amarelo, os vasos foram revestidos com papel branco com o intuito de reduzir a absorção da radiação solar a fim de minimizar o aquecimento do solo. Para a realização das irrigações foi necessário determinar o peso de cada parcela na capacidade de campo, chamado neste trabalho de peso inicial (P<sub>i</sub>). Para a determinação do P<sub>i</sub> todos os vasos já com as mudas plantadas foram saturados com água e deixados em drenagem livre por 48 horas a fim de que o solo atingisse a capacidade de campo, então seu peso foi determinado.

Ao final da tarde de cada dia todas as parcelas foram pesadas e logo após, irrigadas com a quantidade de água perdida pela transpiração, a água era repostada de forma que cada parcela retornasse ao seu devido valor de P<sub>i</sub>, no entanto as parcelas que se encontravam em déficit hídrico não eram irrigadas. O solo de cada vaso foi coberto com plástico branco para minimizar a perda de água por evaporação, visando garantir que a água perdida em cada parcela experimental seja apenas proveniente da transpiração das plantas.

O fim do déficit hídrico e do experimento foi determinado quando as parcelas do tratamento T<sub>d</sub> atingiram 10% da transpiração relativa do tratamento T<sub>0</sub>, neste momento o peso de cada parcela foi determinado sendo chamado de peso final (P<sub>f</sub>). O limite de 10% da transpiração relativa foi adotado por assumir-se que abaixo desta taxa de transpiração os estômatos se fecham, e a perda de água se dá apenas por meio da condutância epidérmica. A transpiração relativa (TR) foi calculada pela utilizando a equação 1 (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).

$$TR = TDT_d / TDT_0 \quad (1)$$

Em que: TR é a transpiração relativa; TDT<sub>d</sub> é a transpiração diária dos tratamentos que sofrem déficit; e TDT<sub>0</sub> é a média da transpiração diária do tratamento T<sub>0</sub>.

Para avaliar as respostas do cafeeiro ao déficit hídrico foi utilizado o conceito da fração de água transpirável no solo (FATS), utilizado por vários autores como Sinclair & Ludlow (1986), Muchow & Sinclair (1991), Bindi et al. (2005) e Sinclair et al. (2005). A fração de água transpirável no solo foi calculada de acordo com a equação 2 (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).

$$FATS = (P_{diário} - P_f) / (P_i - P_f) \quad (2)$$

Em que: FATS é a fração de água transpirável no solo; P<sub>diário</sub> é o peso da parcela experimental em cada dia; P<sub>i</sub> é o peso inicial de cada parcela experimental (capacidade de campo); e P<sub>f</sub> é o peso final (peso ao atingir 10% da TR do tratamento T<sub>0</sub>).

Os dados de TR (variável dependente) foram ajustados a uma função logística da variável FATS (variável independente) (BINDI et al., 2005) do tipo:

$$TR = a / (1 + \exp(b * (FATS - c))) \quad (3)$$

Em que: a, b e c são coeficientes estimados com procedimentos de regressão não linear.

As curvas ajustadas foram utilizadas para determinar o valor de FATS em que se iniciou a redução da transpiração relativa e, conseqüentemente, da condutância estomática transição

entre o estágio I e estágio II da transpiração. Para avaliar o ajuste das equações, foram utilizados os indicadores estatísticos eficiência do modelo (EM) e erro-padrão de estimativa (SEE).

O coeficiente de transpiração (CT) é um indicador utilizado na comparação da eficiência do uso da água pelas plantas. O CT fornece a quantidade de água em litros necessários para a produção de 1kg de biomassa (L H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> matéria seca). O CT foi determinado conforme a equação 4 (HSIAO & ACEVEDO, 1974).

$$CT = TAT / (MSf - MSi) \quad (4)$$

Em que: CT é o coeficiente de transpiração; TAT é o total de água transpirada em cada tratamento; MSf é a biomassa final de cada tratamento; e MSi é a biomassa inicial de cada tratamento.

**RESULTADOS & DISCUSSÃO:** Durante a execução do experimento não ocorreram grandes variações meteorológicas, com isso a demanda transpirativa atmosférica não sofreu grandes variações, conseqüentemente não causando danos a conformidade da duração do período de deficiência hídrica, até as plantas atingirem 10 % da TR. As médias das temperaturas máxima, média e mínima, foram 34 °C, 27 °C e 22 °C, respectivamente, e a umidade relativa do ar média no período foi de 67%.

O déficit hídrico foi iniciado no dia 10/12/2010 nas duas espécies de café, terminado no dia 14/01/2011 para o cafeeiro conilon (36 dias), e terminando no dia 19/01/2011 para o cafeeiro arábica, (41 dias). A transpiração e o consumo de água nas plantas são comandados pela demanda atmosférica e pelo controle estomático (CARLESSO, 1995). Neste caso a demanda atmosférica foi a mesma para ambas as espécies, pois o controle ambiental se deu pela utilização do delineamento inteiramente casualizado, sendo as variações explicadas pelo controle estomático e diferenças fisiológicas entre ambas. A transpiração total média o consumo diário de água por planta e o coeficiente de transpiração das duas espécies nos dois diferentes regimes hídricos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Transpiração total média por planta (kg), consumo médio de água por planta (kg) e coeficiente de transpiração (CT) (L de H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> matéria seca) em plantas de café conilon e arábica com e sem déficit hídrico.

	Café conilon		Café arábica	
	T <sub>0</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>d</sub>
Transpiração	5,671 (2,01)	2,498 (0,29)	5,079 (1,05)	2,766 (0,15)
Consumo	0,158 (0,06)	0,069 (0,01)	0,124 (0,03)	0,067 (0,004)
CT	457,70	895,68	515,84	453,70

Valores entre parênteses correspondem ao desvio-padrão da média. T<sub>0</sub>: Sem deficiência hídrica, T<sub>d</sub>: Com deficiência hídrica.

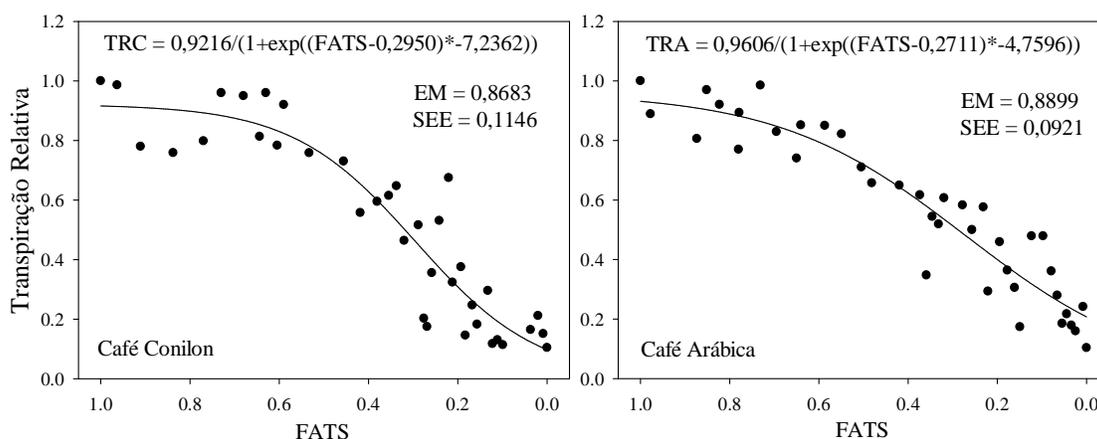
As plantas do cafeeiro conilon e arábica que não sofreram déficit hídrico apresentaram maior valor para transpiração total média, comparadas as plantas que sofreram déficit, esse fato pode ser explicado pelo possível fechamento estomático nas plantas que foram submetidas ao déficit, limitando sua transpiração. O consumo diário de água das plantas que não sofreram déficit hídrico foi superior, este fato é consequência de uma maior transpiração apresentada por estas plantas.

Os valores de CT, calculados considerando todas as plantas de cada tratamento e o total de água consumido por estas plantas, indicam que o cafeeiro conilon utilizou a água de forma mais eficiente que o cafeeiro arábica quando estes não foram submetidos a déficit hídrico, no entanto quando a situação foi de déficit o cafeeiro arábica passou a utilizar a água de forma mais eficiente que o cafeeiro conilon. Outro fato relevante com relação ao CT foi que o cafeeiro conilon teve sua eficiência de uso da água reduzida quando é submetido ao déficit

hídrico, possivelmente devido a um baixo grau de controle estomático, ao contrário do cafeeiro arábica que na situação estressante aumentou sua eficiência de uso da água, possivelmente por apresentar grau mais elevado de controle estomático.

Os valores de CT encontrados para os cafeeiros conilon e arábica sem restrição hídrica são menores que os valores encontrados em soja 700 L de H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de massa seca, maiores que os encontrados para milho 300-400 L de H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de massa seca (BALBINO et al. 2003), maiores que os encontrados para o eucalipto 280 L de H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> de massa seca (MARTINS et al. 2008).

As relações entre as variáveis TR e FATS, para as duas espécies, encontram-se na Figura 1. Na Figura 1 podemos observar a o decréscimo da TR à medida que a FATS diminui até zero, e esse decréscimo pode ser descrito por uma equação logística, como foi relatado em estudos com outras espécies (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).



**Figura 1.** Valores de taxa de transpiração relativa do cafeeiro conilon (TRC) e cafeeiro arábica (TRA), em função da fração de água transpirável no solo (FATS), cultivados em casa de vegetação. EM: Eficiência do modelo, SEE: Erro-padrão da estimativa.

Seguindo o critério de Sinclair & Ludlow (1986) de que o valor de FATS em que inicia a redução da TR (estádio I da transpiração) é quando a curva estimada pela equação logística afasta-se de 1,0 e inicia o decréscimo linear, pode-se observar que a TR do cafeeiro arábica sofreu redução com um valor mais elevado de FATS que o cafeeiro conilon, fato que pode ser confirmado quando observamos os coeficientes “b” das equações de regressão, o maior valor para este coeficiente no cafeeiro arábica indica redução na TR a um valor maior de FATS. O valor de FATS para o cafeeiro conilon em que se inicia a redução da TR foi de aproximadamente 0,7 já para o cafeeiro arábica foi de aproximadamente 0,9. As equações logísticas ajustadas, apresentaram precisão aceitável, com valores elevados de EM e baixos valores de SEE e coeficientes significativos a 5%.

Os valores de FATS dos cafeeiros conilon e arábica foram superiores aos de culturas agrícolas anuais, como da soja 0,40, guandu 0,40, feijão mungo 0,40 (SINCLAIR & LUDLOW, 1986), milho 0,50 (RAY & SINCLAIR, 1997), videira 0,35 (BINDI et al. 2005) e foram próximos aos obtidos para *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* 0,7 (MARTINS et al. 2008)

O início da redução da transpiração é um indicativo do fechamento estomático e marca a transição entre o estágio I e II da transpiração (BINDI et al., 2005). O valor de FATS em que ocorreu o início do fechamento estomático, encontrado para estas duas espécies, é considerado alto, quando comparado com culturas anuais, o que pode ser visto como uma vantagem para estas duas espécies (SINCLAIR et al., 2005), no entanto o fechamento ocorre primeiro no cafeeiro arábica. O fechamento estomático em uma condição de umidade do solo mais alta resulta na conservação da água no solo e constitui uma adaptação da espécie, característica possivelmente para melhor suportar a deficiência hídrica prolongada

(MUCHOW & SINCLAIR, 1991). Este fato está ligado a maior duração do período de déficit no cafeeiro arábica comparado ao do cafeeiro conilon.

A relação entre TR e a FATS e os estádios I e II da transpiração verificada entre as duas espécies em que as plantas desidrataram em condições de temperatura e demanda hídrica iguais, reforça a teoria de que o fechamento estomático, para evitar ou reduzir a perda de água e a perda de turgor do tecido vegetal, é determinado pelo teor de água no solo (SINCLAIR & LUDLOW, 1986), apontando em favor de sinais nas raízes como os responsáveis pelo controle estomático (STRECK, 2004).

**CONCLUSÃO:** A transpiração o consumo de água e o CT nas duas espécies foi afetado pelo déficit hídrico. O cafeeiro arábica sofreu redução na TR a um valor maior de FATS (0,9) comparado ao cafeeiro conilon (0,7). Os valores de FATS em que se iniciaram a redução na TR para as duas espécies de café são superiores ao de várias espécies anuais, fato que constitui uma adaptação para melhor suportar a deficiência hídrica. Os resultados evidenciam existir maior controle estomático no cafeeiro arábica do que no cafeeiro conilon.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; STONE, L. F.; LEPRUN, J. C. **Estruturas e propriedades hidráulicas em latossolos sob cultivo na região do Cerrado**. Rio de Janeiro, Embrapa, 2003. 44p.

BINDI, M.; BELLESI, S.; ORLANDINI, S.; FIBBI, F.; MORIONDO, M. Influence of water deficit stress on leaf area development and transpiration of Sangiovese Grapevines grown in pots. **American J. of Enology and Viticulture**, v.56, n.3, p.68-72, 2005.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus água extraível e a produtividade das culturas. **Ci. Rural**, v.25, p.183-188, 1995.

HSIAO, T. C.; ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water-use efficiency, and drought resistance. **Agricultural Meteorology**, v.14, p.59-84, 1974.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C. da; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.1297-1306, 2008.

MUCHOW, R. C.; SINCLAIR, T. R. Water deficits effects on maize yields modeled under current and "greenhouse" climates. **Agronomic Journal**, v.83, p.1052-1059, 1991.

RAY, J. D. & SINCLAIR, T. R. Stomatal conductance of maize hybrids in response to drying soil. **Crop Sci.**, v.37, p.803-807, 1997.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SINCLAIR, T. R.; HOLBROOK, N. M. & ZWIENIECKI, M. A. Daily transpiration rates of woody species on drying soil. **Tree Physiol.**, v.25, p.1469-1472, 2005.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.13, p.319-340, 1986.

STRECK, N. A. Do we know how plants sense a drying soil? **Ci. Rural**, v.34, p.581-584, 2004.