

ATUAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO NO SOLO COMO FATOR LIMITANTE DA TRANSPIRAÇÃO RELATIVA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO CAFEIEIRO

Willian Rodrigues Ribeiro¹; Rogério Rangel Rodrigues²; Samuel Cola Pizetta³; Vinícius Agnolette Capelini⁴; Edvaldo Fialho dos Reis⁵

¹ Graduando da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre-ES, wiliandrodrigues@msn.com

² Doutorando da Universidade Federal De Lavras – UFLA, Lavras-MG, rogeriorr7@hotmail.com

³ Mestrando da Universidade Federal De Lavras – UFLA, Lavras-MG, scpizetta@hotmail.com

⁴ Graduando da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alegre-ES, vinicius91ac@hotmail.com

⁵ Doutor e Professor da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alegre-ES, edreis@cca.ufes.br

RESUMO: Podendo representar cerca de até 90% do peso das plantas a água é elemento essencial para na manutenção da estrutura celular, quando em baixa quantidade no solo ocasiona-se o efeito de déficit hídrico nas plantas, o qual é considerado como principal fator limitante para desenvolvimento. Em culturas não irrigadas em regiões tropicais o fator ainda é mais agravante devido a alta evapotranspiração e chuvas irregulares. Sabendo-se da sua importância, torna-se necessário aprimorar os conhecimentos sob a água no solo, para propiciar o melhor manejo das culturas e o uso racional dos recursos hídricos. Objetivou-se no seguinte experimento avaliar a influência do déficit hídrico do solo, como fator limitante da transpiração relativa e desenvolvimento do cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) variedade Robusta Tropical, utilizando a metodologia da (FATS). O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação, no campus de Ciências Agrárias na Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) em Alegre- ES, o clima da região é do tipo “Aw” com estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen, a temperatura anual média é de 23,1 °C. Para avaliação dos efeitos do déficit hídrico nas plantas, empregou-se o conceito FATS (fração de água transpirável no solo), metodologia utilizada para estudos relacionados ao déficit hídrico, sob a variável transpiração relativa. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 níveis de déficit hídrico (T0 – irrigado durante todo o experimento, não sofrerá déficit hídrico; T1 – déficit hídrico 30 dias após plantio até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0; T2 – déficit hídrico 60 dias após o estabelecimento inicial das mudas, até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0; T3 – déficit hídrico 90 dias após plantio, até atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0) e 4 repetições. Observou-se diferentes respostas das plantas ao tratamento de déficit hídrico de acordo com a época de plantio, estas foram utilizadas para elaboração de gráficos em forma de regressão linear, mostrando o comportamento da variável transpiração relativa das plantas de cada época (30, 60 e 90 dias pós o plantio) de acordo com o decréscimo da FATS. Verifica-se uma melhor resposta das plantas da terceira época (plantas mais desenvolvidas) ao estresse hídrico, pois não sofreram influência significativa quanto as plantas mais jovens que foram mais susceptíveis aos efeitos do déficit hídrico e tiveram seu desenvolvimento comprometido ao déficit de curso prazo.

PALAVRAS-CHAVE: FATS, *Coffea Canephora*, Irrigação, Transpiração Relativa

ROLE OF THE DEFICIT IN LIMITING FACTOR AS WATER SOIL OF SWEAT ON AND INITIAL DEVELOPMENT OF COFFEE

ABSTRACT: May represent up to about 90% by weight plant water is essential for the maintenance of cell structure, while in low quantity in the soil leads to the effect of drought on plants, which is considered as the main limiting factor in developing . In non-irrigated crops in tropical regions the factor is further aggravated due to high evapotranspiration and irregular rainfall. Knowing its importance, it is necessary to improve the knowledge in the soil water, to provide the best crop management and rational use of water resources. Aimed to the next experiment was to evaluate the influence of soil water deficits, as a limiting factor on the development of perspiration and conilon coffee (*Coffea canephora*) Robusta variety Tropical using the methodology of the (FATS). This study was conducted in a greenhouse on the campus of Agricultural Sciences at the Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES) in Alegre- ES, the climate is like "Aw" with a dry season in winter, according to the Köppen classification, the average annual temperature is 23.1 ° C. To assess the effects of water stress in plants, used the concept FATS (breathable fraction of water in the soil), the methodology used for studies related to drought, under the variable related sweating. We used a completely randomized design with four levels of water deficit (T0 - irrigated throughout the experiment will not suffer water stress; T1 - water deficit 30 days after planting until the plants reach 10% relative sweating treatment T0, T2 - water deficit 60 days after the initial establishment of seedlings, until the plants reach 10% relative sweating treatment T0, T3 - water deficit 90 days after planting until they reach 10% relative sweating treatment T0) and 4 repetitions. We observed different responses of plants to treat water deficit according to the time of planting, they were used for the preparation of linear

regression form charts showing the behavior of the variable on plant transpiration at a time (30, 60 and 90 days after planting) in accordance with the decrease of FATS. There is a better response of plants of the third season (more developed plants) to water stress, they did not undergo significant influence on younger plants were more susceptible to the effects of drought and had her committed to the time course of development deficit.

KEYWORDS: FATS, *Coffea canephora*, Irrigation, sweating Relative

INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Estado do Espírito Santo é a atividade agropecuária mais importante, tanto do ponto de vista econômico como do social. A espécie *Coffea canephora* passou a ser mais explorada no Espírito Santo a partir de meados dos anos 60, e hoje, é tida como a principal espécie do gênero *Coffea*. para o Estado (MATIELLO; ALMEIDA, 1997).

Pezzopane et al. (2009) afirma que apesar das ótimas condições térmicas para o cultivo do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo, o estado apresenta alto risco climático para o aspecto hídrico, principalmente no norte do Estado, onde o cultivo de café conilon tem ocorrido em regiões onde a deficiência hídrica é o principal fator limitante à produção.

A água constitui, em geral, cerca de 90% do peso das plantas e atua em, praticamente, todos os processos bioquímicos e morfológicos, além de ser responsável pela manutenção da turgescência atua como reagente em várias importantes reações na planta, como a fotossíntese (FARIAS, 2005). O déficit hídrico é uma situação comum à produção de muitas culturas, podendo apresentar um impacto negativo substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas (Lecoeur & Sinclair, 1996).

O déficit hídrico ocorre com frequência durante o ciclo de desenvolvimento do cafeeiro, podendo apresentar um considerável impacto negativo no crescimento e desenvolvimento da cultura, segundo (SANTOS 1998) a deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta.

Alguns índices podem ser utilizados para expressar a água disponível no solo, tais como: a quantidade total de água armazenada (QTA), a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD), a fração de água disponível (FAD) e a fração de água transpirável no solo (FATS) (MARTINS et al., 2008).

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 é máxima, e o conteúdo de água no solo, quando a transpiração da planta é igual a 10 % da máxima (Sinclair & Ludlow, 1986). Este parece ser o conceito que mais se aproxima como indicador da quantidade real de água no solo que pode ser extraída pelas plantas para a transpiração, segundo (Santos & Carlesso, 1998).

Utilizando o conceito de FATS, o conteúdo de água em que se inicia o fechamento estomático e, conseqüentemente, redução da transpiração das plantas, foi determinado para várias espécies anuais agrícolas, no entanto, poucos estudos têm investigado a transpiração e parâmetros de crescimento e desenvolvimento em resposta à deficiência hídrica em plantas lenhosas (SINCLAIR et al., 2005), especialmente no cafeeiro, este fato gera motivação para realização deste estudo.

Assim, pela falta de estudos relacionados com plantas lenhosas, há necessidades de se quantificar a influencia do déficit hídrico, na transpiração e desenvolvimento inicial das plantas do cafeeiro conilon, variedade robusta tropical pela metodologia da FATS, determinando a fração de água transpirável no solo em que a transpiração relativa começa a ser reduzida, para a introdução de novas práticas ou mesmo para a compreensão dos impactos da ocorrência da seca no desenvolvimento das lavouras de café.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 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. A temperatura anual média é de 23,1 °C e a precipitação anual em torno de 1200 mm.

O experimento foi montado com a cultura do cafeeiro conilon (*Coffea canephora*), variedade Robusta tropical. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos (T0 – irrigado durante todo o experimento, não sofrerá déficit hídrico; T1 – déficit hídrico 30 dias após plantio até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0; T2 – déficit hídrico 60 dias após o estabelecimento inicial das mudas, ate as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0; T3 – déficit hídrico 90 dias após plantio, até atingirem 10% da transpiração relativa do tratamento T0) e 4 repetições.

Cada parcela experimental foi um vaso de 12 litros preenchido com solo característico da região (Latossolo vermelho-Amarelo Eutrófico) , os vasos foram revestidos com papel branco para reduzir a absorção de radiação solar a fim de

minimizar o aquecimento do solo para que não haja erro experimental. A correção da acidez do solo foi feita com base em Prezotti et al. (2007) e nutricional do solo foi realizada de acordo com Novais et al. (1991).

O solo do vaso foi coberto com plástico branco para minimizar a perda de água pela evaporação do solo, esse procedimento visou garantir que a água perdida do solo seja apenas pela transpiração das plantas.

Os vasos já com as mudas estabelecidas foram saturados com água e submetidos a drenagem durante 48 horas com intuito de atingir um valor arbitrário da capacidade de campo.

Para estabelecer o final do experimento foi adotado o limite de 10% da transpiração relativa por assumir-se que abaixo desta taxa de transpiração os estômatos estão fechados e a perda de água é devida apenas a condutância epidérmica, a transpiração relativa (TR) será calculada pela equação 1 (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).

$$TR = \frac{TDT_{\text{déficit}}}{TDT_0} \quad (1)$$

Em que:

TR – Transpiração relativa;

TDT_{déficit} – Transpiração diária dos tratamentos que sofrem déficit; e

TDT₀ – Média da Transpiração diária do tratamento T₀.

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 pela equação 2 (SINCLAIR & LUDLOW, 1986).

$$FATS = \frac{Ppe_{\text{diário}} - Pf}{Pi - Pf} \quad (2)$$

Em que:

FATS – Fração de água transpirável no solo;

Ppe_{diário} – Peso da parcela experimental em cada dia;

Pi – Peso inicial de cada parcela experimental; e

Pf – Peso final.

As variáveis avaliadas foram normalizadas, para ficarem entre os intervalos de valores de 0 a 1,2, pela Equação 3 (SINCLAIR; HOLBROOK; ZWIENIECKI, 2005):

$$Vn = \frac{\text{valor TR 10\%} - \text{valor}(n)}{\text{valor TR 10\%} - v \text{ inicial}} \quad (3)$$

Em que:

Vn é variável normalizada (AF e ALT), valor TR 10 % é o valor da variável quando a TR foi 10 % (final do experimento)

valor (n) é o valor da variável no dia específico e v inicial é o valor da variável no primeiro dia do experimento.

Ao final da tarde de cada dia todos os vasos foram pesados em uma balança eletrônica, para obtenção do volume de água transpirada diariamente. A quantidade de água foi determinada pela diferença entre o peso do vaso no dia específico e o peso inicial (capacidade de campo). As plantas do tratamento T₀ (Não sofreram déficit durante o tratamento) eram irrigadas diariamente com o volume de água perdido afim de manter sua umidade sempre próxima a capacidade de campo, já as plantas referentes aos tratamentos T₁, T₂ e T₃ continuavam em déficit até o estabelecimento final do experimento.

Com esses dados obtidos do volume de água transpirada, foi realizado os cálculos e acompanhamento diário dos valores de TR aplicando a equação 1, até o momento que as plantas do tratamento T₁, T₂ e T₃ atingiram 10% da transpiração das plantas do tratamento T₀, onde estabeleceu-se o fim dos tratamentos e peso final dos vasos, devido ao fato por assumir-se que abaixo desta taxa de transpiração os estômatos estão fechados e a perda de água é devida apenas a condutância epidérmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo serão apresentadas, os gráficos referentes as três épocas de déficit hídrico aplicado nas plantas e o decréscimo das médias das variáveis em função da diminuição da fração de água transpirável no solo.

Nas três épocas de déficit hídrico, as equações apresentaram boa precisão estatística, com valores elevados de eficiência do modelo (E_m) e baixos valores de erro padrão da estimativa (S_{xy}).

O decréscimo da variável foi descrito por uma equação logística, através de software estatístico, onde determinou-se o valor de fração de água transpirável no solo em que se iniciou a redução da transpiração relativa e, conseqüentemente, da condutância estomática, bem como a fração de água transpirável no solo em que o crescimento e o desenvolvimento começaram a ser afetados. como foi relatado em estudos com outras espécies (SINCLAIR e LUDLOW, 1986; AMIR e SINCLAIR, 1991; LECOEUR e SINCLAIR, 1996; RAY e SINCLAIR, 1997).

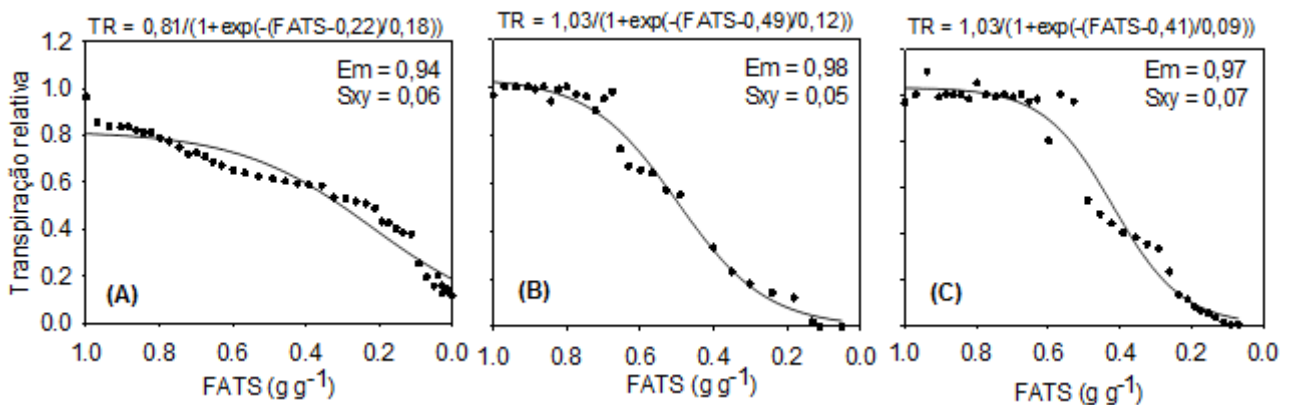


Figura 1- Transpiração relativa do cafeeiro conilon em função da fração de água transpirável no solo em três épocas do déficit hídrico (“A”, 30 dias após plantio; “B”, 60 dias após plantio; “C”, 90 dias após plantio). E_m : Eficiência do modelo, S_{xy} : Erro-padrão da estimativa.

O valor da fração de água transpirável no solo em que se inicia a redução da transpiração relativa ocorre quando a curva estimada pela equação logística afasta-se de 1 e inicia o decréscimo linear (ponto crítico) (SINCLAIR; LUDLOW, 1986).

No gráfico A demonstrado na figura 1, observa-se o comportamento da variável transpiração relativa em função da FATS na primeira época de déficit hídrico, trinta dias após o plantio. Conseguimos observar claramente como comportou-se a variável durante o déficit hídrico ao longo dos dias. Devido a temperaturas elevadas da cidade de Alegre, observa-se inicialmente uma alta taxa de transpiração relativa, mas a mesma decresce rapidamente a partir do momento que não há reposição da água perdida pela planta. O valor de FATS em que observou-se o início decréscimo da variável foi de aproximadamente 0.8.

Segundo Bindi et al. (2005), o fechamento estomático ocorre quando a transpiração relativa começa a ser reduzida, marcando a transição entre o estágio I e II da transpiração. O valor de FATS encontrado é considerado alto, quando comparado com culturas anuais, o que pode ser visto como uma vantagem para esta espécie (SINCLAIR et al., 2005). 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 que contribui possivelmente para melhor suportar a deficiência hídrica prolongada (MUCHOW & SINCLAIR, 1991).

Devido às plantas serem jovens a possível explicação para susceptibilidade demonstrada no estudo, é que o fechamento estomático não possui ainda a efetividade necessária para suportar condições adversas como plantas mais desenvolvidas. A transpiração e o consumo de água na planta são comandados pela demanda atmosférica e pelo controle estomático (Carlesso, 1995).

A segunda época de déficit hídrico pode ser observado no gráfico B da figura 1. A variável transpiração relativa neste tratamento demonstrou uma maior resistência aos efeitos do déficit em função do decréscimo da FATS, sendo notável uma maior variação a partir de aproximadamente de 0,6 da FATS.

Na terceira época de déficit hídrico os valores da variável sofreram reduções apenas a partir do valor de 0,5 na FATS. Em relação aos dois tratamentos anteriores o tempo necessário para que as plantas deste tratamento comesçassem a sentir os efeitos do déficit hídrico foi muito maior, indicando assim uma maior resistência durante um determinado período de tempo. Até o ponto de 0,5 na FATS os efeitos foram controlados de forma eficiente pela planta, mas as mesmas não conseguiram tolerar os inúmeros fatores que levam ao déficit e começaram a sofrer reduções.

Os valores de fração de água transpirável no solo encontrado foi próximo ao de Araújo (2011), encontrando valores de fração de água transpirável no solo de 0,80 para a primeira e segunda época de déficit hídrico e valor de 0,60 para a terceira época de déficit. Apesar da maioria dos resultados convergirem para uma faixa única de valores de FATS crítica, existem algumas variações entre os diferentes estudos. Essas variações nos valores de FATS crítica poderiam ser atribuídas a diferenças de tamanho dos vasos utilizados em cada estudo, ao tipo de solo ou a variações nas condições de demanda evaporativa do ar (LAGO, 2011).

A transpiração é um bom indicador da disponibilidade de água na planta. Em uma situação de boa disponibilidade de água, as plantas cultivadas geralmente apresentam altas taxas de transpiração (Salisbury & Ross, 1992). À medida que a água do solo se torna escassa, a planta começa a reduzir sua taxa transpiratória para a diminuição da perda de água e economia da água disponível no solo. A transpiração da mangueira tem sido correlacionada à umidade relativa e à pressão de déficit de vapor (Schaffer et al., 1994).

Com isso podemos observar que as plantas tiveram uma melhor defesa contra possíveis intempéries climáticas. O fechamento estomático a um maior valor de FATS durante um déficit de curta duração, segundo Ray & Sinclair (1997), será traduzido em perda de produtividade. Porém, em condições de monocultura, a espécie que fecha os estômatos em maior FATS irá poupar água e aumentar suas chances de sobrevivência durante as secas de longo prazo.

CONCLUSÃO

Verifica-se em todas as épocas de déficit as plantas tiveram perdas significativas na transpiração quando comparadas as plantas do tratamento T0.

As plantas mais desenvolvidas demonstraram uma melhor eficiência sob controle estomático, sendo menos susceptíveis aos efeitos do déficit hídrico.

A transpiração relativa é fator diretamente ligado à fotossíntese e processos de produção de energia das plantas, uma vez que esta variável sofre efeito negativo devido a fatores externos, consequentemente as demais variáveis de crescimento como parte aérea e parte radicular serão afetadas e suas taxas de crescimento reduzidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIR, J.; SINCLAIR, T.R. A model of water limitation on spring wheat growth and yield. *Field Crops Research*, v.29, p.59-96, 1991b
- ARAUJO, G. L. Déficit hídrico no solo e sua influência sobre a transpiração, o crescimento e desenvolvimento do cafeeiro. 2011. 71 p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.
- BINDI, M.; BELLESI, S.; ORLANDINI, S.; FIBBI, F.; MORIONDO, M.; SINCLAIR, T. Influence of water deficit stress on leaf area development and transpiration of Sangiovese Grapevines grown in pots. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.56, n.3, p.68-72, 2005.
- BRAGANÇA, S. M. et al. EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131: Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 05, p. 765-770, 2001.
- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus água extraível e a produtividade das culturas. *Ci.Rural*, 25:183-188, 1995.
- FARIAS, José Renato Bouças. **Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas**. ITEM. n. 68, p. 32-37, 4º trimestre, 2005.
- LAGO, I. **Transpiração e crescimento foliar de clones de batata e de mandioca em resposta à fração de água transpirável no solo**. 2011. 92 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.
- LECOEUR, J. & SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. *Crop Sci.*, 36:331-335, 1996.
- 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 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1297-1306, 2008.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Variedades de café: Como escolher, como plantar. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFE/PNFC, 1997. 64 p.
- MUCHOW, R. C.; SINCLAIR, T. R. Water deficits effects on maize yields modeled under current and “greenhouse” climates. **Agronomic Journal**, v.83, 1991. p.1052-1059.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J.; Garrido, W. E.; Araújo, J. D. E Lerenço, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: *Embrapa-sae*, 1991. p.189-254.
- PEZZOPANE et al. Caracterização do atendimento hídrico para o café conilon no estado do Espírito Santo. In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2009, Vitória. Anais... 2009. CD-ROM.

- PREZOTTI L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007. 305p.
- RAY, J. D.; SINCLAIR, T. R. Stomatal conductance of maize hybrids in response to drying soil. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 803-807, 1997.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. The photosynthesis-transpiration compromise. In: SALISBURY, F. B. ; ROSS, C. W. *Plant physiology*. 4 nd. California: Wadsworth, 1992. p.66-92.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- SCHAFFER, B.; WHILEY, A. W.; CRANE, J.H. Mango. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.) *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Florida: CRC Press, 1994. cap. 8, p. 165-197.
- SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Australian Journal Plant Physiology**, Collingwood, v.13, p.319-340, 1986.
- SINCLAIR, T.R.; HOLBROOK, N.M. & ZWIENIECKI, M.A. **Daily transpiration rates of woody species on drying soil**. *Tree Physiol.*, 25:1469-1472, 2005.