

VARIAÇÃO SAZONAL DO POTENCIAL DA ÁGUA NAS FOLHAS DE TRÊS CULTIVARES DE CAFEIROS EM MOCOCA

Emilio S. KOBAYASHI¹, E-mail: seiguik@yahoo.com.br; Emilio SAKAI¹; Emerson A. SILVA²; Flavio B. ARRUDA¹; Regina C. M. PIRES¹; Jane M. C. SILVEIRA³; Paulo S. SOUZA³

¹Instituto Agronômico de Campinas, (IAC) Campinas, SP, ²Instituto de Botânica, (IBT) São Paulo, SP, ³Pólo Reg. Desenvolv. Tecnológico do Agronegócio do Nordeste Paulista, Mococa, SP

Resumo:

Vários episódios fenológicos e de desenvolvimento do cafeeiro são afetados pelo regime de chuvas e disponibilidade de água, que pode ser quantificado e monitorado pelo potencial da água na planta. Avaliações do potencial da água nas plantas na antemãhã (Ψ_{am}) de *Coffea arabica* L. foram realizadas de agosto de 2005 a julho de 2006 com os cultivares Mundo Novo (MN), Obatã (OB) e Ouro-Verde (OV) em Mococa-SP. Os dados de Mundo Novo (MN), Obatã (OB) e Ouro-Verde (OV) na folha variaram em função da quantidade de água no solo, com oscilações decorrentes da precipitação sazonal. Os valores de Ψ_{am} foram de -1,29; -1,60 e -1,68 MPa nos meses de estiagem, e -0,06; -0,07 e -0,07 MPa nos meses de maiores precipitações, para MN, OB e OV, respectivamente. Os resultados obtidos caracterizam o estado da água na planta ao longo do ano e em cada fase da sazonalidade das chuvas. O período de maior estresse hídrico coincidiu com a fase de indução e maturação das gemas florais e o de maiores volumes de precipitações com o de granação e início da maturação dos frutos.

Palavras-chave: café, déficit hídrico, umidade do solo, potencial da água na planta.

COFFEE LEAF WATER POTENTIAL VARIATION ALONG THE YEAR IN MOCOCA, SP

Abstract:

Several physiological and developmental episode of coffee plants are affected by rainfall regime and water availability and water stress that can be quantified and monitored by plant water potential. Predawn xylem water potential of *Coffea arabica* L. leaves (Ψ_{am}) were measured from August fo 2005 to July of 2006 in Mococa, SP, Brazil, in the following cultivars: Mundo Novo (MN), Obatã (OB) and Ouro-Verde (OV). The Ψ_{am} data for all cultivars were dependent on soil moisture profile as well as rainfall occurrence along the year. During the dry season leaf water potential achieved -1.29, -1.60 and -1.68 MPa; and during the large rainfall period the values were -0.06, -0.07 and -0.07 MPa, respectively for MN, OB and OV cultivars. The results characterize the plant water status along each season along the year. The period of more severe water deficit was coincident to floral bud induction and bud maturation, and the period of large precipitation occurred during grain filling and beginning of maturation.

Key words: coffee, water stress, soil moisture, plant water potential.

Introdução

A cafeicultura é uma das mais importantes atividades agrícolas do Brasil, com relevante influência nos aspectos socioeconômicos do país. O sucesso do agronegócio do café no âmbito nacional e internacional está alicerçado em diversos fatores, tais como a escolha da cultivar, o local adequado, os tratos culturais, a colheita e a pós-colheita e, mais recentemente, o manejo sustentável da cultura. Dentre os principais fatores da sustentabilidade da cafeicultura moderna, a utilização de modo racional dos recursos naturais, principalmente da água, é fundamental, pois esta é um bem limitado. Entretanto, é notório que a irrigação proporciona alta produtividade (Faria et al., 2001; Soares, 2001; Silva et al., 2002; Arruda & Grande, 2003) e qualidade do produto final (Silva et al., 2003a; Rotondano, 2004). Tal fato tem levado à constante modernização de sistemas de irrigação e à busca de valores confiáveis de parâmetros relevantes que possam auxiliar no manejo da água na agricultura.

Um importante indicador do déficit hídrico do solo é o potencial da água na planta. Este parâmetro, medido antes do nascer do sol, é indicativo do nível de armazenamento de água no solo, uma vez que há uma tendência de equilíbrio entre as condições hídricas da planta e do solo quando a deficiência hídrica não é acentuada (Silva et al., 2003b). O potencial hídrico de uma planta varia amplamente conforme a espécie, a época do ano e o horário do dia, sendo menor na época seca e em torno do meio dia, quando a transpiração é mais intensa (Tobin et al., 1999).

O potencial da água na planta pode ainda ser utilizado como indicativo para o manejo adequado da irrigação, promovendo floradas uniformes e, conseqüentemente, resultando num produto final de melhor qualidade. Segundo Drinnan & Menzel (1994), cafeeiros que experimentam potencial hídrico na folha menor que -2,5 MPa florescem dentro de nove dias após a irrigação, sugerindo que algum sinal hidráulico para o florescimento seria requerido. Portanto, é provável que o florescimento e o desenvolvimento dos frutos estariam associados às variações edafoclimáticas, principalmente no que se refere às alterações no potencial hídrico das plantas de café (Silva et al., 2001).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o Ψ_{am} em diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. na região de Mococa, SP, com vistas a auxiliar no manejo e uso racional de recursos hídricos em sistemas de irrigação.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no período de agosto de 2005 a julho de 2006, utilizando-se plantas de *Coffea arabica* L. das cultivares Obatã (OB), Mundo Novo (MN) e Ouro-Verde (OV), sob condições de sequeiro na região de Mococa (21°28'S, 47°01'O e altitude de 663 m), no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Nordeste Paulista. O solo da área está classificado como Argissolo Vermelho eutrófico de textura média (Embrapa, 1999). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, tropical de altitude com inverno seco e verão úmido e quente (Russo, 1980). As áreas e os espaçamentos adotados foram de 0,4 ha e 2,5 x 1,0 m; 1,0 ha e 3,6 x 2,0 m; e 0,3 ha e 3,5 x 1,0 m para as cultivares OB, MN e OV, respectivamente.

Durante o experimento foram coletados dados de temperatura do ar, precipitação, radiação global, umidade relativa e velocidade do vento, os quais foram obtidos diariamente da Estação Meteorológica Automática (EMA), situada a aproximadamente 500 m das áreas experimentais. Com os dados obtidos da EMA, foi calculado a evapotranspiração de referência (ET_0), segundo o Método Penman-Monteith (Allen et al, 1998). Ademais, foi calculado o balanço hídrico climatológico em escala qüinqüidial para a região de Mococa segundo metodologia de Thornthwaite & Mather (1955).

O Ψ_{am} dos cafeeiros foi avaliado a cada duas semanas entre 4:00 e 5:00 horas utilizando-se uma bomba de pressão tipo Scholander da PMS Instrument (modelo 1000 Corvallis). Foram utilizadas para as medidas somente folhas totalmente expandidas e não danificadas, do terceiro ou quarto par a partir do ápice de ramos plagiotrópicos do terço médio superior das plantas. As leituras foram realizadas coletando-se quatro folhas de quatro plantas diferentes, totalizando 16 leituras por cultivar.

Resultados e Discussão

A temperatura média para o período compreendido entre agosto de 2005 e julho de 2006 foi de 21,9°C, a qual pode ser considerada dentro da faixa adequada para o bom desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro, visto que médias anuais entre 18°C e 21°C (Alègre, 1959) ou 22°C (Alfonsi, 2000; Assad, 2004), sem grandes variações sazonais (Alègre, 1959), são os limites mais indicados ao *Coffea arabica* L. Além disso, a ocorrência de temperaturas dentro da faixa de 28°C e 33°C, considerada como o intervalo de temperatura que provocaria a redução na produção de folhas e na atividade fotossintética do cafeeiro (Drinnan & Menzel, 1995), foram eventos pouco observados no presente experimento.

Tabela 1- Médias mensais de variáveis climatológicas, total mensal e anual das precipitações na Região de Mococa, SP no período de agosto de 2005 a julho de 2006.

| Mês-Ano | Vv \pm epm (m.s ⁻¹) | UR \pm epm (%) | Rg \pm epm (MJ.m ⁻² .dia ⁻¹) | T \pm epm (°C) | ET ₀ \pm epm (mm) | P (mm) |
|---------|--------------------------------------|---------------------|--|---------------------|-----------------------------------|-----------|
| Ago-05 | 2,43 \pm 0,11 | 53,08 \pm 1,48 | 19,12 \pm 0,30 | 21,44 \pm 0,52 | 4,56 \pm 0,17 | 0 |
| Set-05 | 2,51 \pm 0,14 | 69,71 \pm 1,91 | 16,63 \pm 1,17 | 21,66 \pm 0,38 | 3,52 \pm 0,22 | 89 |
| Out-05 | 2,03 \pm 0,10 | 66,01 \pm 2,12 | 20,37 \pm 0,94 | 24,54 \pm 0,35 | 4,25 \pm 0,18 | 90 |
| Nov-05 | 1,76 \pm 0,07 | 76,00 \pm 0,94 | 19,04 \pm 1,00 | 22,66 \pm 0,22 | 3,47 \pm 0,22 | 134 |
| Dez-05 | 1,64 \pm 0,08 | 75,40 \pm 1,46 | 18,89 \pm 1,19 | 22,82 \pm 0,24 | 3,45 \pm 0,20 | 166 |
| Jan-06 | 1,51 \pm 0,06 | 71,01 \pm 2,06 | 21,22 \pm 1,24 | 24,19 \pm 0,36 | 4,00 \pm 0,25 | 272 |
| Fev-06 | 1,51 \pm 0,07 | 79,64 \pm 1,43 | 18,43 \pm 1,08 | 23,48 \pm 0,25 | 3,26 \pm 0,20 | 258 |
| Mar-06 | 1,57 \pm 0,07 | 76,19 \pm 0,98 | 19,92 \pm 0,82 | 24,07 \pm 0,19 | 3,64 \pm 0,15 | 196 |
| Abr-06 | 1,39 \pm 0,10 | 72,87 \pm 0,97 | 18,59 \pm 0,72 | 22,02 \pm 0,22 | 3,35 \pm 0,22 | 54 |
| Mai-06 | 1,15 \pm 0,08 | 69,73 \pm 1,56 | 15,95 \pm 0,76 | 18,44 \pm 0,31 | 2,78 \pm 0,13 | 3 |
| Jun-06 | 1,92 \pm 0,06 | 66,33 \pm 0,57 | 15,24 \pm 0,46 | 19,31 \pm 0,14 | 3,07 \pm 0,22 | 25 |
| Jul-06 | 1,94 \pm 0,08 | 61,55 \pm 1,26 | 16,01 \pm 0,62 | 19,26 \pm 0,27 | 3,38 \pm 0,13 | 30 |
| Média | 1,78 \pm 0,08 | 69,79 \pm 1,40 | 18,28 \pm 0,86 | 21,99 \pm 0,29 | 3,56 \pm 0,19 | 1.318* |

Vv: Velocidade do Vento; epm: erro padrão da média; UR: Umidade Relativa; Rg: Radiação Global; T: Temperatura; ET₀: Evapotranspiração de referência; P: Precipitação; * Total de um ano.

A precipitação acumulada anual (agosto de 2005 a julho de 2006) foi de 1.318 mm, estando, portanto, dentro da faixa de 1.200 e 1.800 mm de chuvas ao ano, considerada por Alègre (1959) como ótima para o desenvolvimento do cafeeiro, embora inúmeros trabalhos indiquem que o cafeeiro cresce sob ampla faixa de precipitações (Damatta & Rena, 2002).

O valor de umidade relativa do ar (UR) média foi da ordem de 69,79%, oscilando entre a máxima de 79,64% em fevereiro de 2006 e a mínima de 53,08% em agosto de 2005 (Tabela 1). Estes valores possuem forte correlação com as variações do volume de precipitações ocorridas no período, conseqüentemente influenciando nos valores de Ψ_{am} (Figura 2). Segundo Damatta & Rena (2002), os estômatos dos cafeeiros são altamente sensíveis à redução da umidade relativa, cujo

aumento parece concorrer para a maximização da eficiência do uso de água, via manutenção estomática, permitindo assim, um influxo adequado de CO₂ à fotossíntese sem, contudo, haver perda substancial de água via transpiração.

Os valores de ET₀ foram da ordem de 2,78 mm.dia⁻¹ em maio de 2006 a 4,56 mm.dia⁻¹ em agosto de 2005, e média para o período de 3,56 mm.dia⁻¹. Silva (2004) em pesquisa realizada Mococa, encontrou valor médio de ET₀ igual a 3,37 mm.dia⁻¹, corroborando com o valor obtido neste trabalho.

Gutierrez et al. (1994) trabalhando com plantas adultas de café, no campo, diagnosticaram que ventos moderados, ao redor de 2,5 m.s⁻¹, provocariam aumentos no déficit de saturação de vapor do ar e fechamento estomático das plantas resultando na redução da transpiração. Tal fato provavelmente contribuiu para valores baixos de Ψ_{am} (Figura 2) observados no presente trabalho nos meses de agosto e setembro de 2005, onde os valores de velocidade do vento foram da ordem de 2,43 e 2,51 m.s⁻¹, respectivamente, sendo os mais elevados durante o período estudado.

Os menores valores observados de Ψ_{am} ao longo do período experimental ocorreram ao final do mês de julho de 2006 e foram -1,29; -1,60; e -1,68 MPa para as cultivares MN, OB, e OV, respectivamente (Figura 2). Tal fato pode estar relacionado à resposta da planta ao longo período de deficiência hídrica no solo devido ao baixo volume de precipitações (Tabela 1). Entretanto, estes foram relevantes ao cultivo do cafeeiro arábica, uma vez que coincidiram com a fase de indução e maturação das gemas florais, importante na uniformidade das floradas (Camargo & Camargo, 2001). Porém, há informações controversas na literatura sobre o potencial de água, observando-se valores desde Ψ_{am} -0,8 MPa (Crisosto et al., 1992) até -2,56 MPa (Schuch et al., 1992), os quais estimulariam o florescimento do cafeeiro após irrigação.

A partir de setembro de 2005, ocorreu gradativo aumento no volume de precipitações (Tabela 1) e, conseqüentemente, maior disponibilidade de água no sistema solo-planta-atmosfera, o que possibilitou o aumento gradativo do potencial da água na planta, oscilando em função das variações de umidade do solo. Em janeiro de 2006, embora o volume de precipitação acumulado tenha sido maior que nos outros meses, ocorreu um período de veranico num intervalo de 17 dias (9 a 26 de janeiro). Este período foi caracterizado pela alta demanda de água (ET₀), porém em situação adversa de deficiência hídrica (Figura 1) associado à alta temperatura (Tabela 1), o que resultou em queda dos valores de Ψ_{am}. Tais valores, apesar de não serem tão expressivos com relação a outros períodos com menores potenciais, são indicativos da necessidade de irrigação, uma vez que o período corresponde à alta demanda de água pela planta para granação dos frutos, quando a deficiência de água pode ocasionar chochamento dos grãos e conseqüente perda da qualidade (Camargo & Camargo, 2001).

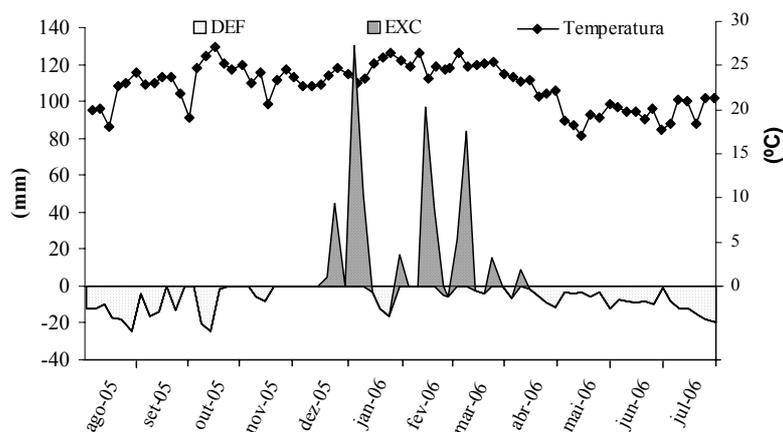


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico em escala quinidial na área experimental em Mococa, SP.

De modo geral, o comportamento das três cultivares foi bastante semelhante, com a ocorrência de maiores potenciais nos meses de fevereiro e março de 2006 (da ordem de -0,07 MPa), coincidentes com os meses de maiores volumes de precipitações. Por outro lado, os menores valores foram observados em setembro e agosto de 2006, quando os potenciais de água na planta foram de -2,59; -3,06 e -2,35 MPa para MN, OB e OV, respectivamente, e coincidentes com os dados obtidos por Silva (2004) em experimento também realizado em Mococa com a cultura de café. De acordo com este autor, os menores potenciais da água na folha na antemanhã, nessa mesma estação do ano, foram para cafeeiros não irrigados (-2,82 MPa), e os maiores para os irrigados (-0,5 MPa), portanto, acompanhando as variações da umidade do solo. Neste mesmo trabalho, a partir do final de setembro, com o retorno das chuvas, os potenciais de água na antemanhã apresentaram tendência de alta, alcançando a igualdade entre todos os tratamentos a partir do final de outubro (cerca de -0,1 MPa). Segundo Rena & Maestri (1986), em trabalhos de campo com cafeeiro arábica, o Ψ_{am} sob forte déficit hídrico no solo pode chegar a valores de -2,7 MPa. No entanto, Rodrigues et al. (2003), em pesquisa realizada com cafeeiros no Distrito Federal, encontraram valores de Ψ_{am} próximos a -4,0 MPa, não diferindo muito dos potenciais medidos durante o dia. Silva (2004) relata que valores baixos de Ψ_{am} (-2,5 a -2,8 MPa) sem irrigação reduzem significativamente o número de flores quando comparadas às plantas irrigadas, com reflexo na produção final. O mesmo autor obteve valores de Ψ_{am} de -1,1 a -1,6 MPa, com suspensão da irrigação por 60 dias, os quais foram mais efetivos na sincronização das floradas do cafeeiro, aliando uniformidade com boa produção. Diante deste contexto, os valores de Ψ_{am} parecem convergir para alta dependência do estado hídrico, da densidade e profundidade do sistema radicular (Bergonci et al., 2000) e das características edafoclimáticas do local (Silva et al., 2001).

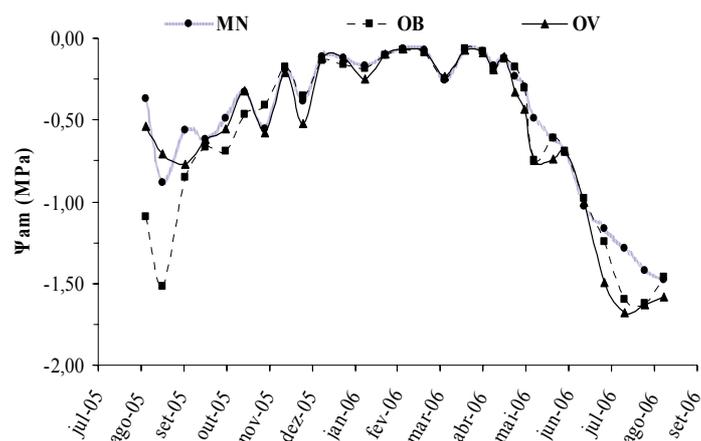


Figura 2 - Variação do potencial de água na planta medidos na antemanhã durante um ano para as cultivares MN, OB e OV.

Conclusões

- O Ψ_{am} é altamente variável em função da umidade no solo, conseqüentemente das precipitações, sendo um fator indicativo do nível de armazenamento de água no solo.
- Fatores como velocidade do vento, déficit de pressão de vapor, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar podem ser elementos relevantes, atuando isoladamente ou conjuntamente com déficit hídrico do solo podem intensificar o estresse hídrico da planta e conseqüentemente o fechamento dos estômatos, influenciando sobre os valores dos potenciais da água na planta.
- A irrigação pode ser uma ferramenta fundamental no ciclo de produção do café, visto que é passível de manejo, possibilitando complementar a necessidade hídrica nas fases críticas da cultura, uma vez que as precipitações seguem um ciclo sazonal muitas vezes definido, porém podem ser aleatórios no tempo e variáveis em volume.

Referências Bibliográficas

- Alègre, C. Climates et caféiers d'Arabica. *Agronomie Tropicale*, v.14, p.23-58, 1959.
- Alfonsi, R.R. Histórico climatológico da cafeicultura brasileira. Informativo Garcafé. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, p.7-11, 2000.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation e Drainage, Food and Agriculture Organization of the United Nations, paper 56, Rome: 1998, 300p.
- Arruda, F.B.; Grande, M.A. Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.1, p.139-145, 2003.
- Assad, E.D.; Pinto, H.S., Zullo Jr, J.; Avila, A.M.H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004.
- Bergonci, J.I.; Bergamaschi, H; Berlato, M.A.; Santos, A.O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1531-1540, 2000.
- Camargo, A.P. & Camargo, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, V.60, n.01, p.65-68, 2001.
- Crisosto, C.H.; Grantz, D.A.; Meinzer, F.C. Effects of water déficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). *Tree physiology*, Victória, v.10, n.2, p.127- 139, 1992.
- Damatta, F.M.; Rena, A.B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: Zambolim, L. (Ed.). O estado da arte e tecnologia na produção de café. Viçosa: UFV, p.93-135, 2002.
- Drinnan, J.E. & Menzel, C.M. Synchronization of anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) following water stress during floral initiation. *Journal of Horticultural Science*, v.69, n.5, p.841-849, 1994.

- Drinnan, J.E. & Menzel, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea Arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*. v.70, n.1, p.25-34, 1995.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 412p, 1999.
- Faria, M.A.; Vilella, W.M. C.; Silva, M.L.O.; Guimarães, P.T.G.; Silva, E.L.; Oliveira, L.A.M.; Silva, A.L. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). - 2ª colheita. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 4, 2001, Araguari. *Anais*. Uberlândia: UFU, 2001. p.11-14.
- Gutierrez, M.V.; Meinzer, F.C.; Grantz, D.A. Regulation of transpiration in coffee hedgerows: covariation of environmental variables and apparent responses stomata to Wind and humidity. *Plant Cell Environmental*, v.17, p.1305-1313, 1994.
- Rena, A.B.; Maestri, M. Fisiologia do cafeeiro. In Rena, A.B.; Malavolta, E.; Rocha, M. et al. (Ed.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, p.13-85, 1986.
- Rodrigues, G.C.; Guerra, A.F.; Nazareno, R.B.; Sampaio, J.B.R.; Sanzonowicz, C.; Toledo, P.M.R. Efeito do Regime Hídrico da Floração de *Coffea Arabica* L. Cv Catuaí Rubi MG1192. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 3, 2003, Porto Seguro, BA. *Anais*. Brasília-DF: Embrapa, 2003, v.3, P. 127-128.
- Rotondano, A.K.F. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. 2004. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.
- Russo Jr., M. Dados climáticos auxiliares para planejamento e projeto de sistemas de irrigação. São Paulo: CESP, 1980, 13p
- Schuch, U.K.; Fuchigami, L.H.; Nagao, M.A. Flowering, ethylene production, and ion leakage of coffee in response to water stress and gibberellic acid. *Journal American Society for Horticultural Science*. v.117, n.1, p.158-163, 1992.
- Silva, A.L.; Faria, M.A.; Reis, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.1, p.37-44, 2003a.
- Silva, A.M.; Coelho, G.; Faria, M.A.; Silva P.A.M.; Guimarães P. T. G.; Coelho, M. R.; Coelho, G. S. Avaliação da época de irrigação e da fertirrigação sobre a produtividade. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.1, p.33-42, jan. 2002.
- Silva, A.M.; Lima, E.P.; Coelho, M.R.; Coelho, G.S. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época de irrigação do parcelamento e do método de adubação do cafeeiro catuaí. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.434-440, 2003b.
- Silva, E.A.; Brunini, O.; Sakai, E.; Pires, R.C.M.; Gallo, P.B.; Paulo, E.M. Efeitos de variáveis edafoclimáticas no florescimento e formação de frutos do cafeeiro arábica em distintas regiões macroclimáticas do estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, 2001, Vitória, ES. *Resumos*. Brasília, DF. Embrapa, p.16-17, 2001.
- Silva, E.A. Influência do local de cultivo e do manejo de irrigação no florescimento, uniformidade de produção e qualidade de bebida do café (*Coffea arábica* L.). 2004. 70p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.
- Soares, A.R. Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2001. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- Thorntwaite, C.W.; Mather, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1)
- Tobin, M.F.; Lopes, O.R.; Kursar, T.A. Responses of tropical understory plants to a severe drought: tolerance and avoidance of water stress. *Biotropica*, v.31, p.570-578, 1999.