

ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES HÍDRICAS NA PRODUÇÃO DO CAFEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ÉPOCA CHUVOSA E SECA

Jerffson Lucas Santos¹; Sylvana Naomi Matsumoto²; Perla Novais de Oliveira³; Carmem Larceda Lemos Brito⁴; Rafael de Queiroz Costa¹; Greice Marques Barbosa⁵; Luan Santos de Oliveira³; Mirlene Nunes de Oliveira³.

¹Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia)-UESB, Bolsista CAPES, Vitória da Conquista-BA, je.lucas@hotmail.com, rafaqc_agro@yahoo.com.br.

²D.Sc. Professora do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, UESB. Estrada do Bem Querer, km 4, CEP 45.083-900 - Vitória da Conquista- BA, sylvana-naomi@yahoo.com.br

³Graduandos do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Vitória da Conquista-BA, perla_oliveira2@hotmail.com, luanoliveirac@yahoo.com.br, milanunes57@yahoo.com.br.

⁴Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia) - UESB, Bolsista CAPES, Vitória da Conquista- BA, lemoscarmem@yahoo.com.br.

⁵Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Fitotecnia) - UESB, Bolsista FAPESB, Vitória da Conquista- BA, greiceagro@yahoo.com.br.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar as correlações hídricas na produção de cafezais associados com diferentes densidades de plantio de grevileas. O estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, município de Vitória da Conquista – BA, sendo composto por seis campos de observação definidos por diferentes espaçamentos de grevileas nos cafezais. Os cafeeiros da variedade Catuaí vermelho (IAC 144) foram conduzidos em espaçamento 3 x 1m e as grevileas foram plantadas em seis diferentes espaçamentos, constituindo seis variações de densidades: (T1: 6 X 6 m, 277 plantas ha⁻¹; T2 : 6 X 12 m, 138 plantas ha⁻¹; T3: 9 X 9 m, 123 plantas ha⁻¹; T4: 12 X 9 m, 69 plantas ha⁻¹; T5: 9 X 18 m, 61 plantas ha⁻¹; T6: 18 X 18 m, 30 plantas ha⁻¹). Para determinação do potencial hídrico e da umidade do solo as avaliações foram realizadas durante o período de novembro (período chuvoso) de 2011 e março (período seco) de 2012. No ano de 2012 foi realizada a colheita do café, por meio de derrça manual. O maior valor do módulo potencial hídrico foliar foi verificado em densidades de plantio de grevileas de 30 plantas ha⁻¹ no mês de março, obtendo-se comportamento linear em função da densidade de grevileas e a umidade do solo (%) para o período seco. Foi observado correlação negativa em ambos os períodos (chuvoso e seco) para o Pw foliar e a produção, assim como correlação positiva, no período seco, para a umidade do solo (%) e produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., *Grevillea robusta* A. Cunn, potencial hídrico foliar e umidade do solo.

ESTIMATES OF CORRELATIONS IN WATER PRODUCTION OF COFFEE IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN RAINY SEASON AND DRY

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the correlations water in coffee production associated with different densities of grevillea trees. The study was conducted in the experimental field of the agriculture of the State University of Southwest Bahia, Vitória da Conquista - BA, consisting of six fields of observation defined by different spacings grevillea trees in coffee plantations. The coffee of the variety Catuaí red (IAC 144) were conducted in 3 x 1m spacing and grevillea trees were planted in six different spacings, making six variations of densities: (T1: 6 X 6 m, 277 plants ha⁻¹, T2: 6 X 12 m, 138 plants ha⁻¹, T3: 9 X 9 m, 123 plants ha⁻¹, T4: 12 X 9 m, 69 plants ha⁻¹, T5: 9 X 18 m, 61 plants ha⁻¹, T6 : 18 X 18 m, 30 plants ha⁻¹). To determine the hydric potential and soil moisture evaluations were conducted during the period November (rainy season) 2011 and March (dry season) 2012. In 2012 was performed the coffee harvest, manually. The largest value of the leaf hydric potential module was found in densities of grevillea trees 30 trees ha⁻¹ in March, resulting in a linear behavior as a function of the density of grevillea trees and soil moisture (%) during the dry season. Negative correlation was observed in both periods (wet and dry) for Pw and leaf production, as well as a positive correlation in the dry period, for soil moisture (%) and production.

KEY WORDS: *Coffea arabica* L., *Grevillea robusta* A. Cunn, leaf water potential, soil moisture.

INTRODUÇÃO

O *Coffea arabica* L., pertencente à família das Rubiaceas, é originário da Etiópia, nas áreas de maior altitude, em meio às florestas tropicais, onde se desenvolve sob sombreamento, como vegetação de sub-bosque (MORAES, 2008; BRITO, 2012; MANCUSO, 2012). A Bahia segundo a CONAB (2012) é o quarto maior produtor nacional de café arábica, destacando-se a região do Planalto da Conquista pela sua produção e tradição de cultivo (DUTRA NETO, 2004).

No Brasil, o café é cultivado a pleno sol, porém esta prática tem apresentado problemas como a superprodução e consequente esgotamento das plantas. Segundo Kitao et al., (2000), a incidência direta de elevada radiação luminosa pode se tornar uma condição desfavorável, devido ao fenômeno da fotoinibição, restringindo o vigor da planta. Desta forma, estudos vêm sendo realizados com o objetivo de se conhecer o comportamento das plantas de café sob sombreamento. A maioria desses estudos têm-se centrado na utilização de sombreamento natural obtido por florestamento ou pela copa das plantas de café em si (BALIZA et al., 2012). Ultimamente o sombreamento tem sido utilizado como uma alternativa para a atenuação das condições hídricas e térmicas dos plantios dos cafezais. Segundo Rena e Maestri (2000) a arborização, eleva a umidade do ar, promove um eficiente controle da abertura estomática, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente contribui para a otimização da utilização de água pela planta de café. Na região do Planalto de Vitória da Conquista, é grande a tradição do cultivo de café, destacando-se os municípios de Vitória da Conquista e Barra do Choça (BRITO, 2012). Estes apresentam condições favoráveis ao cultivo de cafeeiros, em que a precipitação pluviométrica média varia entre 900 a 1200 mm/ano e a temperatura média anual oscila entre 19,6 e 20,2° C (DUTRA NETO, 2004).

Os sistemas agroflorestais tem sido uma importante estratégia para o cultivo de cafeeiros, principalmente em condição de intensa exposição a ventos, restrição hídrica e luminosidade, durante a fase juvenil e produtiva. A arborização pode contribuir para elevar o aporte de matéria orgânica, em virtude da queda de folhas, conservar a umidade, aumentar a capacidade de absorção e infiltração de água, estimular a atividade biológica entre outros (LEMOS, 2008). Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar as correlações hídricas na produção de cafezais associados com diferentes densidades de plantio de grevileas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), situado no Campus de Vitória da conquista a 14° 53' latitude Sul e 40° 48' longitude Oeste, a uma altitude de 960 metros.

A precipitação pluvial (mm) anual do local de estudo atinge índices de 750mm, ocorrendo concentração de chuvas durante o verão e início do outono, conforme observado na Figura 1.

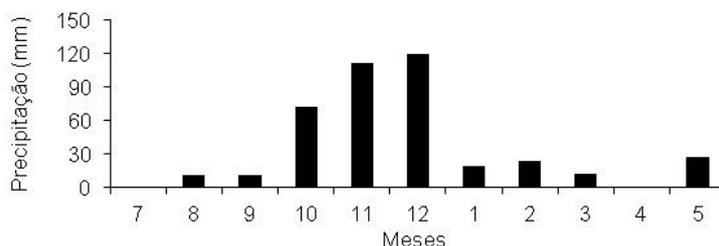


FIGURA 1. Médias mensais de precipitação pluviométrica no período de julho de 2011 a maio de 2012. Vitória da Conquista, Bahia, 2012. Fonte: Estação metereológica INMET/ Vitória da Conquista – BA, 2012.

O ensaio foi composto por seis campos de observação definidos por diferentes espaçamentos de grevileas nos cafezais. Os Cafeeiros da variedade Catuaí vermelho (IAC 144) foram dispostos em espaçamento 3 x 1m e as grevileas foram plantadas em seis diferentes espaçamentos, constituindo seis variações de densidades: (T1: 6 X 6 m, 277 plantas ha⁻¹; T2 : 6 X 12 m, 138 plantas ha⁻¹; T3: 9 X 9 m, 123 plantas ha⁻¹; T4: 12 X 9 m, 69 plantas ha⁻¹; T5: 9 X 18 m, 61 plantas ha⁻¹; T6: 18 X 18 m, 30 plantas ha⁻¹).

Para determinação do potencial hídrico e da umidade do solo foram avaliados durante o período de novembro de 2011 e março de 2012. Para Potencial hídrico foliar (Ψ_{wf}) foi coletado no período antes do amanhecer, no horário de quatro às cinco horas, retirando duas folhas saudáveis e completamente expandidas de um ramo situado no terço médio, com o uso de uma câmara de Scholander (Modelo 1000, PMS, Inglaterra).

Para umidade do solo amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, na projeção da copa do cafeeiro, com auxílio de um trado de caneco de 10 cm de diâmetro. As amostras foram acondicionadas em latinhas de alumínio previamente identificadas e levadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde as amostras forma pesadas em balança de precisão. Posteriormente, foram colocadas em estufas de circulação forçada de ar a 105°C, até peso constante. Para a determinação da porcentagem de umidade do solo, foi utilizado a equação $U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100$, sendo U: umidade do solo (%), Mu: massa do solo úmido (g) e Ms: massa de solo seco (g).

Foi realizada no ano de 2012 a colheita do café, por meio de derriça manual do café “cereja”, sendo seu rendimento determinado pelo peso.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F ao nível de 10% de probabilidade e análise de regressão, com teste F ao nível de 10% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento do software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Saeg, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado para o módulo do potencial hídrico foliar (Ψ_{wf}) de plantas de café, avaliada no período seco (março), comportamento quadrático entre a população de grevileas por hectare, atingindo, para as densidades de plantio de grevileas de 30 plantas ha^{-1} (Figura 2A), um maior valor do módulo (Ψ_{wf}) de 4,89. Deve-se salientar que tal fato pode ser atribuído à resposta da planta ao período de estiagem (veranico) em decorrência do baixo volume de precipitação nesse mês (Figura 1). Foi possível verificar que com o aumento da densidade populacional de grevileas ocorreu uma redução do módulo (Ψ_{wf}) aumentando a disponibilidade de água na planta, efeito similar foi observado por César et al. (2010) quando analisando a morfofisiologia foliar de cafeeiro com aumento da restrição luminosa. Para o mês de novembro não foi possível definir o módulo (Ψ_{wf}) do cafeeiro entre as diferentes densidades de grevileas. Esse efeito está diretamente relacionado ao aumento no volume da precipitação e conseqüentemente na maior disponibilidade de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Para o mês de março foi delineado o modelo linear crescente para a porcentagem de umidade do solo em função das diferentes densidades de grevileas (Figura 2B). Para o mês de novembro, não foi verificada diferenças significativas entre a umidade no solo (%) e as densidades de grevileas. Esse fato pode ser atribuído ao maior índice pluviométrico no período avaliado (Figura 1), ou seja, os valores da umidade do solo apresentaram pouca variação em função da densidade do componente arbóreo.

Em sistema com maior diversidade de culturas (SAF), Neves et al., (2007) verificaram que no início do período seco o solo apresentou maior teor de água, na profundidade de 0-5 cm, comparando com tratamento a pleno sol. Matsumoto et al. (2006), verificaram que a redução da umidade do solo foi diretamente relacionada à distância entre cafeeiros e árvores de grevileas corroborando com os dados apresentados neste estudo (Figura 2B).

Na Figura 2C são apresentados os dados referentes à produção de frutos de café cereja em relação à densidade populacional das grevileas. Foi observado, para a densidade populacional de 205 grevileas por hectare a maior produção, apresentando valor de 7,167 ton ha^{-1} . A partir desse índice até o máximo de 277 plantas por hectare ocorreu um decréscimo da produção dos cafeeiros. Ricci et al. (2006) estudando cultivares de café em sistema orgânico, verificaram maior massa média de 100 grãos de café beneficiado para o café sombreado além de melhor aspecto físico e, classificação por peneira. Lima et al.,(2007) avaliando a produção de café no ano de 2006 verificaram o mesmo comportamento da produção em peso de café cereja e beneficiado, quando comparado nas diferentes densidade de grevileas por hectare apresentando assim, desempenho semelhante ao apresentado nesse estudo.

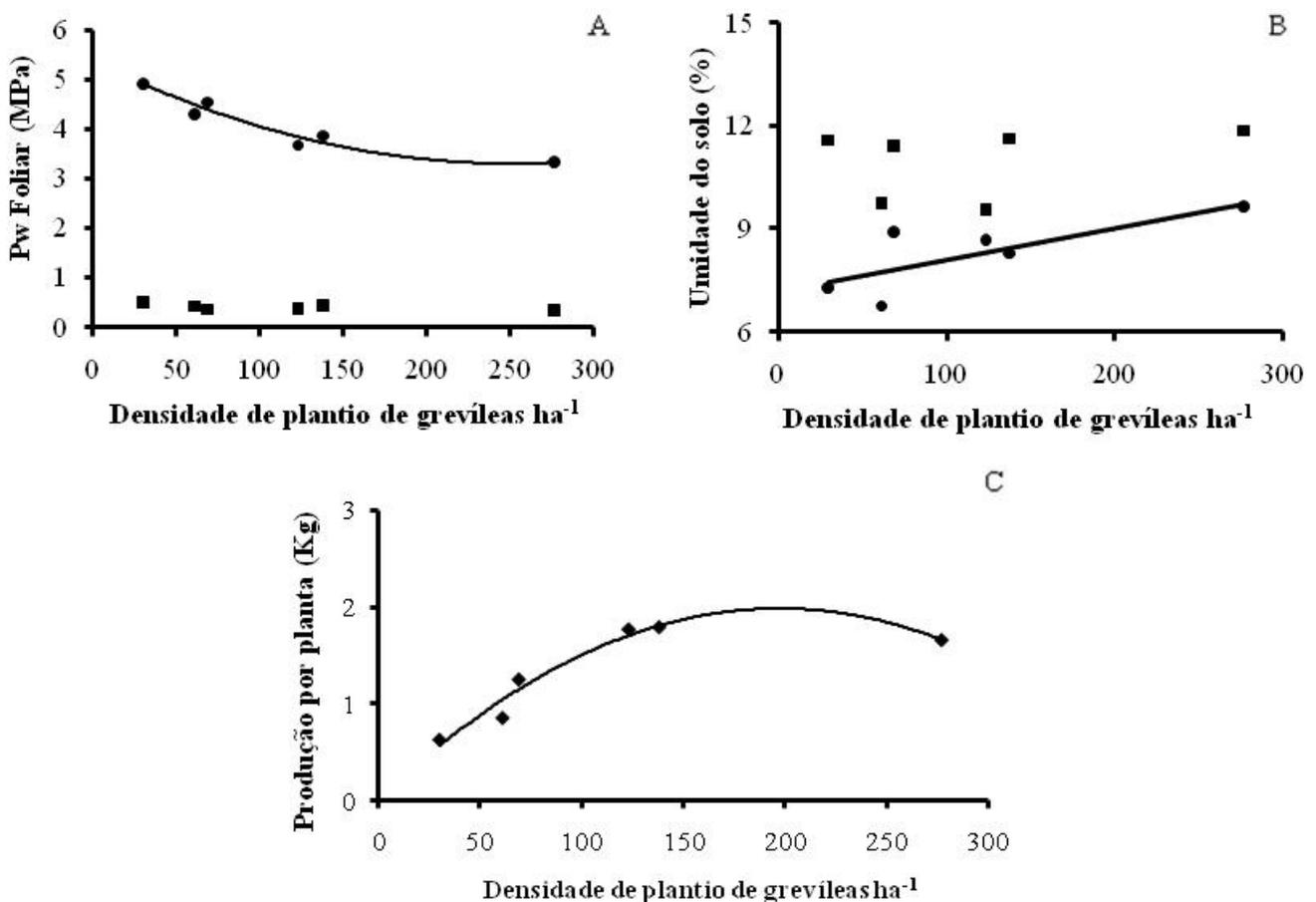


Figura 2. (A) Módulo do potencial hídrico foliar (Pw foliar), (B) umidade do solo (%) e produção de café cereja por planta (C), em sistema agroflorestal associadas a diferentes densidades de grevileas (30, 61, 69, 123, 138 e 277), Vitória da Conquista, Bahia. Equações obtidas pela análise de regressão: (A) ■nov: $\hat{Y} = 0,408$; ●mar: $\hat{Y} = 5,355429 - 0,0163168 * X + 0,0000326413 * X^2$ ($R^2=0,9416$); (B) ■nov: $\hat{Y} = 10,9604$; ●mar: $\hat{Y} = 7,17421 + 0,00920142 * X$ ($r^2=0,5914$); (C) ◆ $\hat{Y} = 0,00978 + 0,0209 * X - 0,000051 * X^2$ ($R^2=0,9562$). **,*, ° $p < 0,01$, $p < 0,05$ e $p < 0,10$, respectivamente

Os dados referentes às correlações entre a umidade do solo (%), Pw foliar e produção nos meses de novembro e março são apresentados na Tabela 1. Foi observado que para ambas as épocas (chuvosa e seca), houve correlação negativa para Pw foliar e produção. A maior disponibilidade de água na planta apresenta uma relação direta com a produção, dessa forma valores do módulo (Ψ_{wf}) mais elevados mantém a água mais fortemente retida na planta interferindo no rendimento final da cultura, caracterizando uma relação negativa entre os dois parâmetros avaliados. Um maior conteúdo de água na planta favorece a absorção de fotoassimilados, além do seu papel na turgescência da célula e, conseqüentemente, no crescimento do vegetal (SILVA e FREITAS, 1998), visto que a água é um componente essencial para a expansão celular (CASTRO et al., 2009).

Tabela 1. Valores da correlação de Pearson entre Módulo do potencial hídrico foliar (Pw foliar), umidade do solo (U solo) e produção (PROD) em um agrossistema composto por cafeeiros (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí em época chuvosa e seca. Vitória da Conquista, Bahia, 2011/2012.

Novembro		
CARACTERÍSTICAS	Pw Foliar	PROD
U Solo (%)	0,3612 ^{ns}	-0,0867 ^{ns}
Pw foliar	-	-0,7461*
Março		
CARACTERÍSTICAS	Pw Foliar	PROD
U Solo (%)	-0,7375*	0,7243*
Pw Foliar	-	-0,8566*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pela análise de correlação de Pearson.

ns = correlação não significativa.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, houve correlação positiva para umidade do solo (%) e produção para o mês de março. A maior capacidade de conservação de água no solo em sistemas sombreados disponibilizou maior recurso hídrico para a planta. De acordo com Silva et al. (2008) plantas de café cultivadas em melhores condições hídricas apresentam maiores produtividades. Entretanto, vale ressaltar que a influência da umidade do solo na produção do cafeeiro, neste estudo, foi limitada pela densidade populacional de grevileas. Onde a partir do ponto de maior produção ocorreu um declínio da produtividade, apesar do aumento da umidade do solo (%).

Na correlação negativa apresentada pela umidade do solo (%) e o Pw foliar no mês de março, foi possível verificar que o aumento da densidade populacional de grevileas favoreceu a retenção de água no solo, ou seja, quanto menor foi o espaçamento adotado na disposição espacial das grevileas maior foi a umidade do solo (%). Com maior quantidade de água no solo houve redução no módulo (Ψ_{wf}) aumentando a disponibilidade de água na planta.

CONCLUSÕES

- 1- Existe correlação positiva para umidade do solo (%) e a produção, assim como correlação negativa do (Ψ_{wf}) e a produção.
- 2 - Maiores densidades populacional de grevileas em cafezais favorece a disponibilidade de água no solo para planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIZA, D. P.; CUNHA, R. L.; GUIMARÃES, R. J.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; ÁVILA, F. W.; PASSOS, A. M. A.N. Physiological characteristics and development of coffee plants under different shading levels. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.37-43, 2012.
- BRITO, I. P. F. S. **Toxidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação na cultura do café**. 2012. 117f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2012.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de Órgãos Vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; SANTOS, M. A.; BONFIM, J. A. Morfofisiologia foliar de cafeeiro sob diferentes níveis de restrição luminosa. **Coffee Science**, v. 5, n.3, p. 262-271, 2010.
- DUTRA NETO, C. **Café e desenvolvimento sustentável: perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Planalto de Vitória da Conquista**. Vitória da Conquista-BA, p. 168, 2004.

- KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant, Cell and Environment**, v. 23, p. 81-89, 2000.
- LEMOS, C. L. **Características morfo-fisiológicas e assimilação de nitrogênio em cafeeiros em sistema a pleno sol e associados com abacateiro (*Persea amarecicana*) e ingazeiro (*Inga edulis*) em Barra do Choça, Bahia**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2008.
- LIMA, J. M.; CÉSAR, F.R.C.F.; MATSUMOTO, S.N.; BONFIM, J.A.; SANTOS, M.A.F.; GUIMARÃES, M.M.C.; LEMOS, C.L.; ARAÚJO, G.S.; SOUZ A, A.J.J. Produção e rendimento de café cultivado em sistema agroflorestal no município de Vitória da Conquista, Bahia. **Revista brasileira de agroecologia**, v.2, n.2, out. 2007.
- MANCUSO, M. A. C. **Fontes e doses de potássio na cultura do café (*Coffea arabica* L.)**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.
- MATSUMOTO, S. FARIA, G. O.; VIANA, A. E. S.; ROCHA, V. S.; NOVAES, A. B. Water relations in a coffee grove planted with grevilleas in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 71-83, 2006.
- MORAES, G. A. B. K. **Crescimento, fotossíntese e mecanismos de fotoproteção em mudas de café (*Coffea arabica* L.) formadas a pleno sol e à sombra**. 2008. 29f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- NEVES, Y. P.; MARTINEZ, H.E. P.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.575-588, 2007.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações Hídricas no Cafeeiro. **ITEM**, Viçosa, n. 48, p. 34-41, 2000.
- RICCI, M. S. F.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.569-575, abr. 2006
- SILVA; A. C.; SILVA; A. M.; COELHO, G.; REZENDE, F. C., SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.12, n.1, p.21–25, 2008.
- SILVA, L.B & FREITAS, H.M.B . Texto Acadêmico - Os Vegetais e a Água. UFBA / Projeto Qualibio , Salvador, 998. Disponível em: <<http://www.qualibio.ufba.br/012.html>>. Acesso em: 04/08/2008.