



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agronômico de Campinas  
Brasil

ANDRADE BONFIM, JOICE; MATSUMOTO, SYLVANA NAOMI; MEIRA LIMA, JESSÉ; COUTINHO  
FONTES CÉSAR, FÁBIO RICARDO; FERREIRA SANTOS, MARCOS ANTÔNIO  
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA) E ASPECTOS FISIOLÓGICOS EM CAFEEIROS  
CULTIVADOS EM SISTEMA AGROFLORESTAL E A PLENO SOL

Bragantia, vol. 69, núm. 1, 2010, pp. 201-206

Instituto Agronômico de Campinas  
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90816030025>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Nota

# FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA) E ASPECTOS FISIOLÓGICOS EM CAFEEIROS CULTIVADOS EM SISTEMA AGROFLORESTAL E A PLENO SOL <sup>(1)</sup>

JOICE ANDRADE BONFIM <sup>(2)</sup>; SYLVANA NAOMI MATSUMOTO <sup>(3\*)</sup>; JESSÉ MEIRA LIMA <sup>(2)</sup>; FÁBIO RICARDO COUTINHO FONTES CÉSAR <sup>(2)</sup>; MARCOS ANTÔNIO FERREIRA SANTOS <sup>(2)</sup>

## RESUMO

O trabalho foi realizado em cafeeiros cultivados a pleno sol e consorciado com grevileas em Vitória da Conquista (BA), em duas estações: seca e chuvosa, com objetivo de verificar a influência da arborização dos cafezais e da disponibilidade hídrica sobre a densidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) e ainda relacionar tais fatores com aspectos fisiológicos do cafeeiro. O experimento foi realizado em campos de observação com dois tratamentos e seis repetições, sendo as médias comparadas pelo teste t ( $p<0,05$ ), relacionando os sistemas e as estações. Verificou-se maior número de esporos em época seca. A taxa de colonização radicular de FMA foi maior no cultivo consorciado, não diferindo em função da estação. O manejo dos cafeeiros sob sombra e a época seca contribuíram para maior teor de clorofila nas folhas. Maior valor absoluto do potencial hídrico foliar foi verificado quando avaliado na época chuvosa.

**Palavras-chave:** *Grevillea robusta* A. Cunn., *Coffea arabica* L., micorrizas

## ABSTRACT

### ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF COFFEE CONDUCTED IN AGROFLORESTAL SYSTEM AND AT FULL SUN

The work was performed aiming to check the influence of the agroforestry system and water availability on the density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), and to correlate these factors with physiological aspects of coffee. This study was conducted in a full sun coffee field, where coffee plants were associated with grevillea during dry and rainy seasons. The experiment had two treatments and six replicates, and the resulting averages were compared by a t test at 5% of probability, comparing the systems and seasons. There was a rise in spore number in the dry season. Also the rate of root colonization of AMF was higher in intercropped cultivation but it did not differ between seasons. The shading of coffee plants in dry season promoted a raise of leaf Spad index. In the rainy season the leaf water potential had higher absolute value.

**Key words:** *Grevillea robusta* A. Cunn., *Coffea arabica* L., mycorrhizal

---

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em 6 de dezembro de 2007 e aceito em 15 de outubro de 2009.

<sup>(2)</sup> Bolsistas Fapesb, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, Caixa postal 95, 45083-900 Vitória da Conquista (BA). E-mail: joice.agro@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 45083-900 Vitória da Conquista (BA). E-mail: sylvananaomi@yahoo.com.br

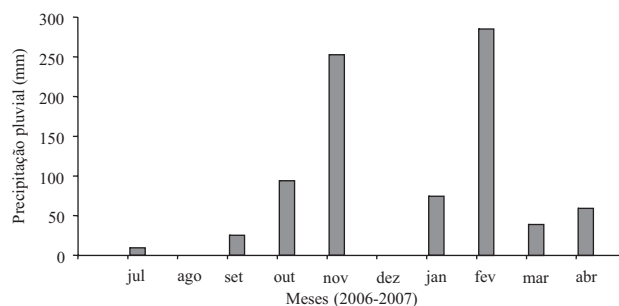
(\*) Autora correspondente.

O desenvolvimento de sistemas agroflorestais (SAF) pode alterar a dinâmica dos FMA no solo, tornando-se uma ferramenta importante no restabelecimento da estruturação do solo degradado pelo cultivo intensivo. Entretanto, pouco tem sido abordado sobre a atividade das micorrizas arbusculares em condições de campo, pois o estabelecimento desta simbiose pode ser afetado por uma série de fatores como: características do solo, espécie vegetal (LOVATO et al., 1992), incidência de luz (GEHRING, 2003), disponibilidade de água (ENTRY et al., 2002) e o manejo adotado no agrossistema (SMITH e READ, 1997). Além destes aspectos, grande parte dos estudos realizados sobre a fisiologia das plantas de cafeeiros visa, essencialmente, ao conhecimento das relações entre a planta e os fatores abióticos (fotossíntese, respiração, nutrição mineral, relações hídricas, etc.). Portanto, há grande lacuna no entendimento da interação entre o metabolismo fisiológico da planta e os fatores bióticos como a presença das micorrizas. Nesse contexto, o presente trabalho avaliou a influência da arborização de cafezais e da disponibilidade hídrica sobre a densidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) e a relação de tais fatores com aspectos fisiológicos do cafeeiro.

A área de estudo localiza-se no município de Vitória da Conquista, Bahia, a 14° 53' latitude Sul e 40° 48' longitude Oeste, a uma altitude de 960 metros e com solo classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico (VIEIRA et al., 1998). Segundo a terminologia de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, clima de savana com chuvas periódicas e inverno pouco chuvoso. Os dados da precipitação pluviométrica de julho de 2006 a abril de 2007 foram apresentados para melhor caracterizar a disponibilidade hídrica do local de estudo (Figura 1). O experimento foi implantado em campos de observação compostos por dois tratamentos: cafeeiros Arabica (*Coffea arabica*, com cinco anos, em espaçamento de 3 m x 1 m) consorciados com grevileas (*Grevillea robusta*, em espaçamento de 6 m x 12 m e) em pleno sol, com seis repetições. Foram coletadas seis amostras por campo de observações relativas a raízes, folhas de cafeeiros e solo em duas épocas: seca (outubro/2006) e chuvosa (março/2007). Para a avaliação do número de esporos no solo, foram coletadas seis amostras simples de solo a 20 cm de profundidade, em quatro pontos equidistantes sob a projeção da copa do cafeeiro que, após posterior homogeneização, constituíram-se em uma única amostra composta (500 g); esse procedimento foi realizado seis vezes em cada sistema.

A extração dos esporos foi feita pelo método de peneiramento úmido, descrito por GERDEMANN e NICOLSON (1963). Após a extração, os esporos foram

transferidos para placa de Petri e contados sob microscópio estereoscópico. As raízes foram coletadas sob a projeção da copa dos cafeeiros, sendo retiradas seis amostras em cada sistema. A determinação da porcentagem de colonização radicular foi realizada em estereomicroscópio pelo método da placa quadriculada, segundo GIOVANNETTI e MOSSE (1980). A leitura do potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) foi realizada com auxílio de uma bomba de pressão (PMS 1000, PMS, Inglaterra), de acordo com SCHOLANDER et al. (1965), às cinco horas da manhã, retirando-se no terço médio das seis plantas três folhas totalmente expandidas, localizadas no terceiro par a partir do ápice do ramo. Nestas mesmas folhas dos cafeeiros avaliou-se o teor de clorofila, por meio de um medidor portátil de clorofila (SPAD 502, Minolta, Japão). Para análise dos resultados, as médias foram comparadas com relação aos sistemas e às épocas pelo teste "t" ( $p < 0,05$ ).



**Figura 1.** Precipitação pluvial mensal (mm) registrada no município de Vitória da Conquista, de julho de 2006 a abril de 2007.

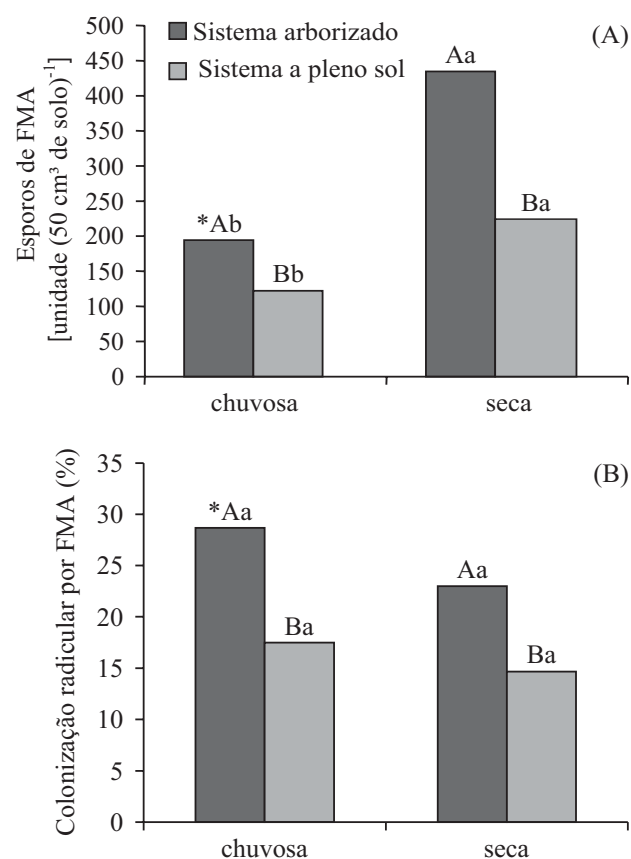
Observou-se maior número de esporos de FMA, no sistema com componente arbóreo, tanto na estação seca como na estação chuvosa (Figura 2), sendo maior em época seca. Entretanto, para as duas estações avaliadas, não foi observada correlação entre o número de esporos e o potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ) (0,0635, na estação seca e 0,6114, na estação chuvosa pelo teste de Pearson, a 5% de probabilidade). A deposição da serapilheira sobre o solo e a diversidade de hospedeiros dos FMA podem estar relacionadas à maior densidade de esporos em sistemas arborizados. Em sistemas de produção de café, a fitomassa das plantas espontâneas é elevada quando o cultivo é mantido em pleno sol, porém, com menor diversidade que os sistemas parcialmente sombreados (COELHO et al., 2004; SILVA et al., 2006). SCHREINER (2005) verificou em plantio de videiras Pinot Noir, cultivadas em região árida, elevação da colonização das raízes nas áreas com maior densidade de plantas espontâneas, devido à atuação como hospedeiras de FMA. A introdução de árvores na cultura do café implica maior acúmulo de matéria

orgânica sobre o solo (MAIA et al., 2006). A depender da velocidade de incorporação desse material ao solo, a eficiência de utilização de nutrientes torna-se mais dinâmica do que em sistemas de cultivo convencional. Segundo MARIN et al. (2004), os sistemas agroflorestais promovem um aumento na quantidade de matéria orgânica no solo, de substâncias húmicas e frações de carbono, resultando em melhoria da qualidade do solo. THEODORO et al. (2003), em estudo realizado sobre efeitos do manejo em cafeeiro orgânico, convencional e em conversão, constataram que a cobertura vegetal permanente no solo contribui para elevação do pH, resultando em diminuição da solubilidade do Al. MOREIRA e SIQUEIRA (2006) relatam que a densidade de esporos de FMA é inversamente proporcional à porcentagem de saturação de Al no solo. A maior deposição de matéria orgânica nos sistemas agroflorestais, possivelmente, contribuiu para diminuição do Al trocável no solo, resultando em maior número de esporos nesse sistema. Maior densidade de esporos foi observada na estação seca (Figura 2). A restrição de disponibilidade hídrica nesta estação induziu nos microrganismos associados à planta, a manifestação de mecanismos de adaptação, como a elevação da esporulação.

Segundo CAVALCANTE et al. (2001), a contribuição dos FMA é otimizada em condições de cultivo sujeitas à deficiência hídrica atribuindo-se o papel preponderante da relação fungo-planta para manutenção do crescimento vegetal sob estresse hídrico. AMORIM et al. (2004), em estudos sobre colonização micorrízica em plantas de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), observaram que o número de esporos no solo foi maior quando as plantas foram submetidas ao estresse hídrico. COLOZZI FILHO (1999), estudando a dinâmica de micorrizas arbusculares em agrossistema cafeeiro, verificou que na época chuvosa, quando ocorre o maior crescimento vegetativo das culturas, a esporulação no solo foi menor; maior número de esporos foi verificado na época seca, após o florescimento do cafeeiro. Tal fato foi constatado no presente estudo, pois a época seca ocorreu simultaneamente à fase final de florescimento dos cafeeiros. Comportamento semelhante foi observado por SMITH e READ (1997), sendo verificada maior produção de esporos no período de floração.

Em estudos com cafeeiros desenvolvidos em pleno sol, na região Sudeste do Brasil, verificou-se que a colonização das raízes por FMA variou de 15% a 51% (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). No presente estudo, resultados semelhantes foram observados, com índices entre 16% e 42% para os sistemas em avaliação, sendo maior porcentagem de colonização verificada em cafeeiros do sistema arborizado (Figura 2). SAGGIN JÚNIOR e SIQUEIRA (1996) descrevem a dificuldade de realizar correlações

entre fatores edáficos e a colonização radicular devido ao grande número de complexas interações envolvidas. Entretanto, alguns fatores como maior aporte de matéria orgânica e a restrição luminosa nos sistemas arborizados podem estar relacionados à maior ocorrência dos FMA. Os sistemas agroflorestais condicionam menor ocorrência da erosão, evitando perdas de nutrientes e matéria orgânica (BERTALOT et al., 2002). Segundo CAPISTRÁN (2003), quando os cafezais são cultivados em solo perturbado pela erosão e sem cobertura, a riqueza, abundância e diversidade dos FMA são menores comparados ao agroecossistema não erosionado e com cobertura vegetal. SANDERS e KOIDE (1994) afirmam que a incidência de elevadas temperaturas resulta em baixa porcentagem de colonização por FMA, principalmente em cafeeiros cultivados em pleno sol.



**Figura 2.** Número de esporos de FMA em solo (A) e colonização micorrízica (B) avaliada em raízes de cafeeiros arborizados e a pleno sol, nas épocas seca (outubro/2006) e chuvosa (março/2007).

\*Letra maiúsculas distintas indicam diferenças entre sistemas de produção, considerando uma mesma época e, letras minúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de avaliação, em um mesmo sistema, pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

A taxa de colonização de raízes por FMA não foi afetada pelas épocas de estudo. É possível que a umidade nessa época não tenha causado redução significativa na aeração do solo e, consequentemente, a ponto de comprometer a colonização, nessas condições ambientais. Segundo KOIDE (1991), vários fatores estão relacionados ao grau de interação fungo-planta: na colonização radicular podem ocorrer alterações, mas seu potencial de resposta à colonização parece ser uma característica intrínseca de herança genética relacionada às características morfofisiológicas do hospedeiro, assim como ao grau de dependência da planta.

O maior teor de clorofila foi verificado nas folhas de cafeeiros sombreados em as ambas estações (Tabela 1), indicando boa condição nutricional da planta nesse sistema. MATSUMOTO et al. (2002) verificaram que os cafeeiros arborizados retêm maiores teores de clorofila em comparação às plantas mantidas a pleno sol. Entretanto, a restrição da luminosidade deve ser considerada como fator preponderante na alteração da coloração das folhas de cafeeiros, resultante de um mecanismo de adaptação a tal condição. Muitas alterações anatômicas das folhas, resultantes do sombreamento, foram relacionadas à menor rusticidade, caracterizada por redução de tecidos protetores (colênquima e

esclerênquima) e pequeno espessamento cuticular (Morais et al., 2003). De acordo com REIS et al. (2006), o teor de clorofila pode ser utilizado como um valor referencial para estimativa do teor de nitrogênio foliar e produtividade em cafeeiros. Maior teor de clorofila nos cafeeiros consorciados foi relacionado à maior contribuição nutricional dos FMA às plantas nesse sistema. Segundo FRANCO e CANO (2006), em estudos sobre atividade de FMA na rizosfera de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) observaram que a colonização micorrízica aumentou significativamente os teores de clorofila. Durante a formação da simbiose ocorrem mudanças na membrana plasmática, exclusivamente na membrana periarbuscular, a atividade das aquaporinas, proteínas da membrana plasmática relacionadas à absorção de água e solutos pela célula, é favorecida durante esse processo (UEHLEIN et al., 2007). Com relação à época de estudo, menor teor de clorofila foi verificado no período chuvoso, em comparação ao período seco, para o sistema arborizado (Tabela 1). Deve ser considerado que, na época chuvosa, o cafeeiro estava em plena frutificação, ocorrendo intenso transporte de nutrientes da folha para os frutos, resultando em menores índices de clorofila nas folhas. De acordo com GUIMARÃES e MENDES (1998), o N é altamente exigido pelo cafeeiro para produção de carboidratos durante a formação e o crescimento dos frutos.

**Tabela 1.** Teor de clorofila e potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ) avaliados em cafezais (*Coffea arabica* L.) mantidos a pleno sol e associados com grevêneas (*Grevillea robusta*), na época seca (outubro de 2006) e chuvosa (março de 2007)

Sistemas	Teor de Clorofila (Spad)		$\Psi_w$ (MPa)	
	Época seca	Época chuvosa	Época seca	Época chuvosa
Café arborizado	72,76 Aa	66,41Ab	- 2,35 Aa	- 0,80 Ab
Café a pleno sol	64,02 Ba	61,00 Ba	- 2,45 Aa	- 0,90 Ab

\*\*Letra maiúsculas distintas indicam diferenças entre sistemas de produção, considerando uma mesma época e, letras minúsculas distintas indicam diferenças entre épocas de avaliação, em um mesmo sistema, pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

Não foram observadas diferenças de valores de potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ) entre os sistemas avaliados (Tabela 1). Com relação ao efeito das épocas em estudo, na estação seca o  $\Psi_w$  foi menor em comparação com a época chuvosa, concordando com TANTAGIBA et al. (2007) em folhas de *Eucalyptus*. Esses autores observaram a ocorrência de valores mínimos de  $\Psi_w$  na época seca e elevação de índice na época chuvosa. A redução do  $\Psi_w$  na época seca, causada pelo déficit hídrico no solo, está relacionada à condição de desidratação do protoplasma celular da planta, afetando todos os processos vitais, reduzindo a taxa fotossintética na mesma proporção. (LARCHER, 2004).

Deste modo, a disponibilidade hídrica foi fator decisivo para alterações das características fisiológicas dos cafeeiros e para a elevação da esporulação do FMA, em ambos os sistemas, como mecanismo de sobrevivência do fungo. As diferentes formas de manejo relacionadas ao sistema de cultivo do cafeeiro também afetaram a dinâmica do FMA no solo, ocorrendo maior número de esporos e colonização radicular nos SAF.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, S.M.C.; PAIM, A.C.B.; SILVA, M.G. Efeito do déficit hídrico sobre a colonização endomicorrízica em duas espécies

vegetais típicas da região semi-árida do nordeste. **Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.33, p.23-26, 2004.

BERTALOT, M.J.A.; MENDONZA, E.; GUERRINI, I.A. Regeneração de paisagem, estabelecimento e manejo de sistemas agroflorestais. In: CURSO FUNDAMENTAL DE AGRICULTURA BIOLÓGICO - DINÂMICA, 27., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Instituto Elo, 2002. (CD - ROM)

CAPISTRÁN L.L. **Diversidad y actividad de hongos micorrizicos arbusculares en agroecosistemas cafetaleros perturbados por la erosión**. 2003. 141p. Tese de mestrado, Universidade de Colima, Tecoman.

CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA L.C.; NOGUEIRA, R.J.M. C.; SANTOS, V.F.; Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo inoculadas com fungos micorrizicos arbusculares e submetidas ao estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**, v.15, p.379-390, 2001.

COELHO, R. A.; RICCI, M. dos S. F.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; COSTA, J. R. Influência do sombreamento sobre a população de plantas espontâneas em área cultivada com cafeeiro (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico, **Agronomia**, v.38, p.23 28, 2004.

COLOZZI FILHO, A. **Dinâmica populacional de fungos micorrizicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas**. 1999. 106p. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ENTRY, J. A.; RYGIWIEZ, P. T.; WATRUD, L. S.; DONNELLY, P. K. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. **Advances in Environmental Research**, v.7, p.123-138, 2002.

FRANCO A. D.; CANO, I. G. Colonización micorrizica arbuscular y crecimiento de genotipos de pasto de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), **Revista Fitotecnica Mexicana**, v.29, p.203-206, 2006.

GEHRING, C.A. Growth responses to arbuscular mycorrhizae by rain forest seedlings vary with light intensity and tree species. **Plant Ecology**, v.167, p.127-139, 2003.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v.46, p.235-244, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p.489-500, 1980.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.70p.

KOIDE R. T., Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **New Phytologist**, v.117, p.365-386, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LOVATO, P. E.; GUILLEMIN, J. P.; GIANINAZZI, S. Application of commercial arbuscular endomycorrhizal fungal inoculants to the establishment of micropropagated grapevine rootstock and pineapple plants. **Agronomie**, v.12, n.10, p.873-880, 1992.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A. Da S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. DE S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, v.30, p.837-848, 2006.

MARIN, A. M. P.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; COSTA, L. M. Impactos da implantação de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. **Agropecuária Técnica**, v.25, p.25-36, 2004.

MATSUMOTO, S. N., MOREIRA, M. A., VIANA, A. E. S. Arborização com grevileas em cafezais no município de Vitória da conquista, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus, 2002.

MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H. et al. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1131-1137, 2003.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

REIS, A. R.; JUNIOR, E. F.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v.65, p.163-171, 2006.

SAGGIN JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J.O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicações de micorrizas**. Lavras: UFLA, 1996. p.202-254.

SANDERS, I.R.; KOIDE, R.T. Nutrient acquisition and community structure in co-occurring mycotrophic and non-mycotrophic old-field annuals. **Functional Ecology**, v.8, p.77-84, 1994.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET, E. D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. **Science**, v.148, p.339-346, 1965.

SCHREINER, R.P. Spatial and temporal variation of roots, arbuscular mycorrhizal fungi, and plant and soil nutrients in a mature Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) vineyard in Oregon, USA. **Plant and Soil**, v.276, p.219-234, 2005.

SILVA, S. de O.; MATSUMOTO, S. N.; BEBÉ, F. V.; SÃO JOSÉ, A. R. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas, **Coffee Science**, v.1, n.2, p.126-134, 2006.

SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. San Diego: Academic Press, London, 1997. 605p

TANTAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F.; DARDENGO, M.C.J.D.T.; EFFGEN A. M. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, v.13, p.149-159, 2007.

THEODORO, V.C.A.; ALVARENGA, M.I.N.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1039-1047, 2003.

UEHLEIN, N.; FILESCHI, K.; ECKERT, M.; BIENERT, G.P.; BERTL, A.; KALDENHOFF, R. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and plant aquaporin expression. **Phytochemistry**, v.68, p.122-129, 2007.

VIEIRA, E. I.; NASCIMENTO, E. J. do; PAZ, J. G da. Levantamento ultradetalhado de solos do campus da UESB em Vitória da Conquista - BA. **Boletim Técnico do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos**, Vitória da Conquista, 1998. 37p.