

## AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) SUBMETIDO A DIFERENTES CORRETIVOS DE ACIDEZ DE SOLOS

Natiélia Oliveira Nogueira<sup>1</sup>, Lima Deleon Martins<sup>2</sup>, Marcelo Antônio Tomaz<sup>3</sup>, Felipe Vaz Andrade<sup>4</sup>, Sebastião Vinícius Batista Brinate<sup>5</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, natielia\_nogueira@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, deleon\_lima@hotmail.com

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, tomaz@cca.ufes.br

<sup>4</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, fvandrade@cca.ufes.br

<sup>5</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, svbbrinate@hotmail.com

<sup>6</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES, edreis@cca.ufes.br

**RESUMO:** Diante da atual situação da agricultura brasileira, vem se observando cada vez mais, a necessidade de se buscar novas alternativas, novos métodos de cultivo, visando sempre à sustentabilidade do homem do campo. Diante disso, corretivos de acidez alternativos vem ganhando espaço entre as pesquisas, como as escórias de siderurgia e óxido de magnésio, que são resíduos que antes não eram aproveitados, e atualmente vem sendo utilizados. Neste trabalho, avaliou-se a área foliar de cafeeiro, submetido as seis doses de três corretivos de acidez, sendo o calcário um deles, e a escória de siderurgia e o óxido de magnésio, os novos corretivos a serem testados. Constatou-se que os tratamentos com escória de siderurgia e o calcário proporcionaram melhor desenvolvimento dos cafeeiros.

**Palavra-chave:** Cafeicultura, corretivo, acidez do solo, resíduos.

## EVALUATION OF THE LEAF AREA INDEX IN COFFEE (*Coffea arabica* L.) SUBMITTED DIFFERENT PROPERLY OF SOIL ACIDITY

**ABSTRACT:** Given the current situation of Brazilian agriculture, has been looking increasingly to the need to seek new alternatives, new methods of cultivation, aiming always to the sustainability of the man of the field. Thus, corrective alternative to acidity has gained from the search space, such as slag from steel and magnesium oxide, which are wastes that were previously played in the middle and now is being used in agriculture. In this work, we evaluated the leaf area in coffee, put the six doses of three correctives of acidity and the lime one, and silicate slag and magnesium oxide, the new correctives to be tested. It was found that the silicate slag resulted in a better development of coffee and may therefore be a possible replacement for limestone.

**Key words:** Coffee, acidity, corrective, silicon, growth.

### INTRODUÇÃO

Desde que foi implantada no Brasil, a cafeicultura promoveu o desenvolvimento da economia e principalmente a de alguns Estados, do país. O Espírito Santo está figurado entre estes, destacando-se como o maior produtor de café Conilon da espécie *C. canephora*, com aproximadamente 70% da produção nacional (Rosário, 2000), destacando-se também entre os maiores produtores de café arábica (*Coffea arabica* L.).

Com uma área implantada de 230 mil hectares em produção e 21 mil hectares em formação na região alta do Espírito Santo, a cafeicultura das montanhas está distribuída em 23.000 propriedades rurais, envolvendo 52.687 famílias, e responde por cerca de 153 mil postos de trabalho, sendo divididos entre homens (64 %) e mulheres (36 %), demonstrando a capacidade de geração de empregos e distribuição de renda da atividade dentro do Estado (Teixeira, 1998). Isto ocorre devido à região apresentar atributos físicos de solo adequados para o cultivo do café, que podem ser relacionadas às características físicas necessárias ao plantio e produção da cultura, que necessita de suporte para fixação, nutrição e fonte de água e ar, fatores esses necessários para crescimento e produção (Brinate et al., 2008).

Sendo assim, há a necessidade de estar sempre procurando novos métodos e novos produtos para a melhoria da atividade cafeeira, e torná-la mais sustentável e rentável ao agricultor, principalmente ao pequeno, que são maioria. Novos materiais corretivos de solo vêm sendo estudados, destacando-se as escórias de siderurgia (Prado, 2000), e o óxido de magnésio, que vem sendo estudado, devido a sua utilização como fonte de magnésio e como condicionador da acidez do solo.

Para Korndörfer et al., (2004), a alta concentração de Silicato de Ca e Mg nas escórias possibilita sua utilização como corretivo de acidez do solo e como fonte de Ca, Mg e Si para as plantas, especialmente para solos arenosos com baixíssima fertilidade natural e baixa CTC. Como para a maioria das culturas a saturação por bases deve ser superior a 50%, deve-se elevá-la por meio da calagem, em grande parte dos solos do estado do Espírito Santo, visando atender às exigências nutricionais das culturas e aumentar as produções. (Martins et al., 2008)

Uma das formas de se verificar a eficiência desses corretivos no cafeeiro é através do índice de área foliar (IAF, ou LAI *Leaf Area Index*). A superfície da folha é responsável por diversas reações fisiológicas que ocorrem na planta, sendo assim, o conhecimento da área foliar permite a estimativa da intensidade do funcionamento dessas reações, como a perda de água, uma vez que as folhas são os principais órgãos que participam no processo transpiratório, responsável pela troca gasosa com o ambiente (Pereira et al., 1997). Além disso, a eficiência fotossintética depende da taxa fotossintética por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar (Leong, 1980).

Barros et al. (1973), baseando-se no método gravimétrico descrito por Kemp (1960), e Huerta e Alvim (1962), correlacionando, por regressão linear, os valores encontrados àqueles obtidos com as dimensões dos retângulos circunscritos aos limbos foliares, apresentaram a equação  $A = 0,667.C.L$  (C: maior comprimento e L: maior largura) para estimar a superfície foliar de cafeeiro. Hoje esse método é um dos mais utilizados, devido a sua praticidade, rapidez, por ser barato e principalmente por não ser destrutivo, possibilitando a medição em campo.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo obter a relação funcional entre o IAF das plantas de café submetidos a diferentes materiais corretivos de solo no crescimento inicial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, no município de Alegre, com coordenadas geográficas de 20° 45'S e 41° 30'W. O experimento foi instalado no Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com distribuição fatorial de 2x3x6 com três repetições, sendo os fatores: 2 solos (dois Latossolos Vermelho-Amarelo LVA1 e LVA2), 3 corretivos (Calcário, Escória e Óxido de magnésio) e 6 doses (- 0, 25, 50, 75, 100 e 125 % da necessidade de calagem). As doses foram definidas utilizando o método da elevação da saturação de bases (Prezotti et al., 2007) elevando a saturação de bases para (V% 60).

Inicialmente foi feita a amostragem de solo em diversos pontos do município de Alegre, e após serem caracterizados quimicamente e fisicamente, foram selecionados dois solos, um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média (LVA1), coletado no distrito de Rive, a 10 Km de Alegre, e um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (LVA2), coletado no distrito de Arraial do Café, a 35 Km de Alegre (Tabela 01). Ambos foram coletados a uma profundidade de 08-20 cm, e posteriormente seco ao ar e a sombra, destorroado e peneirado em peneira de 2 mm. Após este processo o solo foi separado em volumes de 10 dm<sup>3</sup>, colocados em sacos plásticos e incubados com os respectivos tratamentos por 21 dias.

Durante este período manteve-se a umidade do solo a 60% do VTP (volume total de poros) através de pesagens diárias, repondo a água do solo com água destilada, de acordo com Freire et al. (1980). No período de incubação as sacolas ficavam abertas somente 2 horas diárias, durante o período noturno para acontecer à reação de correção do solo e não perder umidade.

**Tabela 1** – Atributos físicos e químicos dos solos, na profundidade de 08-20 cm.

Variáveis	LVA1	LVA2
Areia Grossa (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	457,4	340,1
Areia Fina (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	158,4	134,7
Silte (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	35,1	63,7
Argila (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	349,1	461,6
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	1,2	1,05
pH	4,0	4,2
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	2,0	0,7
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,4	0,4
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,6	0,9
H+Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,5	8,5
CTC (cmolc dm <sup>-3</sup> )	6,0	9,7
t (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,1	2,1
V (%)	41,8	12,0

1.Método da Pipeta (Agitação Lenta); 2. Método da Proveta; Métodos de extração: pH em água (relação 1:2,5); cálcio e magnésio trocáveis por extração com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por titulometria; alumínio trocável por extração com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e titulação; acidez potencial por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0 e titulação; EMBRAPA, 1997).

Decorrido o período de incubação, o solo foi seco ao ar e a sombra, passado novamente em peneira com malha de 2 mm, e realizada uma adubação de P e K com KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> p.a, suprimindo a necessidade de fósforo e potássio para os vasos cujo tratamentos foram calcário e escória, e para os vasos que foram tratados com óxido de magnésio, utilizou-se CaHPO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub> p.a para balancear a relação de 3:1 de Ca e Mg do corretivo, já que a proporção de Ca e Mg do óxido

de magnésio utilizado foi de 0:1. A adubação foi diluída em água destilada e adicionada ao solo de forma homogênea seguindo um padrão para cada amostra, atendendo as necessidades do café arábica (*Coffea arabica*), de acordo com o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo, 5ª aproximação (Presotti et al., 2007). Em seguida as amostras de 10 dm<sup>3</sup> foram colocadas em vasos vedados e efetuou-se o plantio de mudas de café da cultivar Catuaí 44 com três pares de folhas, utilizando-se uma muda por unidade experimental, estas foram adquiridas de um viveiro registrado no ministério do meio ambiente de Alegre-ES.

No decorrer do experimento, foram feitas adubações nitrogenadas, de acordo com a marcha de acúmulo de nutrientes (Malavolta, 1984), dividida aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio. O controle de plantas daninhas e pragas, quando necessário foi realizado mecanicamente, e a irrigação foi feita através de pesagens diárias, usando-se água destilada durante a irrigação (Freire et al. 1980), para manter uma umidade constante entre as mudas.

Após 180 dias de plantio foi realizada a estimativa da área foliar utilizando a metodologia de BARROS et al. (1973), onde se obteve um retângulo circunscrito aos limbos foliares, ajustados pela equação  $Y = 0,667.X$ , onde Y representa a área foliar, e X a área do retângulo circunscrito ao limbo foliar obtida pelo produto entre o maior comprimento e a maior largura da folha. As análises estatísticas foram feitas com o software Sisvar (Ferreira, 2003) utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a estimativa do índice de área foliar para dois solos, um de textura argilosa e outro de textura média. Observou-se incremento maior no índice de área foliar no solo de textura média, todavia não se pode inferir que este solo possui mais reciprocidade aos tratamentos. Dentro do LVA2 houve maior desenvolvimento da área foliar referente às médias dos tratamentos a base de silicato de cálcio, porém foi semelhante estatisticamente ao calcário e superior ao óxido de magnésio.

No solo de textura média, os tratamentos referentes à escória de siderurgia também apresentaram valores maiores, sendo significativo perante o óxido de magnésio. A comparação entre calcário e óxido de magnésio não teve significância dentro do teste de Tukey a 5%.

Silveira et al. (2003) comparando a aplicação de silicato de cálcio e calcário em cana-de-açúcar observaram maior índice de área foliar nos tratamentos com silicato, devido à maior tolerância ao estresse hídrico e à melhoria na arquitetura das folhas, o que permitiu maior eficiência fotossintética. Esta superioridade da escória pode estar relacionada ao silício que, provavelmente, esteja aumentando a taxa fotossintética das plantas, devido o acúmulo de Si nas células da epiderme, mantendo as folhas mais eretas, aumentando a penetração da luz no dossel (Pozza, 2004).

**Tabela 01.** Índice de área foliar (m<sup>2</sup>) das plantas de *Coffea arabica* para Calcário (CAL), Escória de Siderurgia (ESC) e Óxido de Magnésio (OXM) em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média (LVA1) e em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (LVA2).

Corretivos	LVA2	LVA1
CAL	0.63 a	0.77 ab
ESC	0.65 a	0.82 a
OXM	0.48 b	0.68 b

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

A Tabela 02 apresenta o índice de área foliar no solo LVA2 em função das doses de cada tratamento, nota-se que o calcário apresentou influência no desenvolvimento da área foliar das plantas submetidas às doses 5 e 6, sendo que a dose 4 não se diferiu estatisticamente das doses 1, 2 e 3.

A escória de siderurgia apresentou um melhor resultado nas doses 4 e 5, e na dose 6 ocorreu um decréscimo, que pode ter sido causado por ser uma dose superior a recomendada. Segundo Korndorfer et al., (2003) doses elevadas desse composto pode provocar aumento excessivo no pH do solo, reduzindo a disponibilidade de micronutrientes e fósforo para as plantas, segundo Alcardi (1992), o silicato de cálcio é 6,75 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, desta forma o Si altera o pH da rizosfera das plantas influenciando na absorção de nutrientes essenciais, possibilitando um melhor desenvolvimento da planta aumentando sua área foliar.

**Tabela 02.** Índice de área foliar (m<sup>2</sup>) do cafeeiro no LVA, submetido a doses D1 (0% de V%), D2 (25% de V%), D3 (50% de V%), D4 (75% de V%), D5 (100% de V%) e D6 (125% da V%) de Calcário (CAL), Escória de Siderurgia (ESC) e Óxido de Magnésio (OXM).

LVA2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
CAL	0.51 b	0.54 b	0.54 b	0.56 ab	0.68 a	0.75 a
ESC	0.51 c	0.56 bc	0.67 ab	0.70 a	0.72 a	0.65 ab
OXM	0.51 b	0.54 b	0.65 ab	0.70 a	0.73 a	0.58 b

Médias seguidas da mesma letra, na linha, para cada dose, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O óxido de Mg foi superior nas doses 4 e 5, sendo que a dose maior desse corretivo proporcionou um decréscimo de área foliar não se diferenciando das doses 1, 2 e 3.

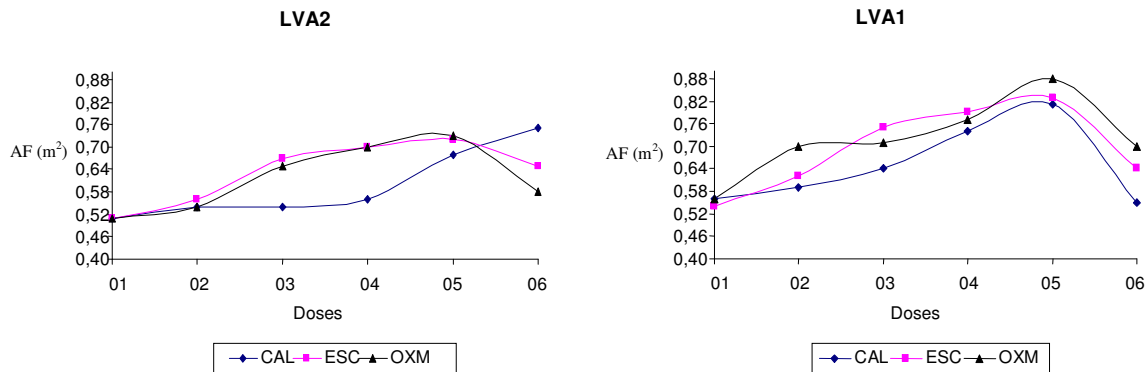
Analisando a Tabela 3 e a Figura 1, observa-se um melhor desempenho na área foliar das plantas que receberam o óxido de magnésio como corretivo, principalmente na dose 5, que foi a mais representativa e a dose que apresentou maior área foliar nos dois solos (Figura 1), já a escória de siderurgia apresentou melhor resultado na dose 5, sendo estatisticamente maior do que o índice foliar referente a dose 6 do mesmo.

Sob a influência do calcário, como nos outros corretivos, foi obtido melhor resultado no índice de área foliar do cafeeiro na dose 5. As doses 2 e 3 não diferiram estatisticamente da dose 1, demonstrando ineficiência dessas.

**Tabela 03.** Índice de área foliar ( $m^2$ ) do cafeeiro no LA, submetido a doses D1 (0% de V%), D2 (25% de V%), D3 (50% de V%), D4 (75% de V%), D5 (100% de V%) e D6 (125% da V%) de Calcário (CAL), Escória de Siderurgia (ESC) e Óxido de magnésio (OXM).

LVA2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
CAL	0.56 c	0.59 c	0.64 bc	0.74 ab	0.81 a	0.55 c
ESC	0.54d	0.62 cd	0.75 abc	0.79 ab	0.83 a	0.64 bcd
OXM	0.56c	0.70 bc	0.71 b	0.77 ab	0.88 a	0.70 bc

Médias seguidas da mesma letra, na linha, para cada dose, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**Figura 1** – Comportamento do índice de área foliar (AF) do cafeeiro para o Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (LVA2) e Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média (LVA1) em função das cinco doses de calcário (CAL), escória de siderurgia (ESC) e óxido de magnésio (OXM).

A Figura 1, ilustra melhor o efeito das doses na área foliar do cafeeiro, possibilitando visualizar um aumento da área de acordo com a elevação da dose até a dose 5 e o declínio após a mesma, exceto na correção com calcário no LVA, onde se obteve um resultado melhor na dose 6. Essa diminuição da área na superdose pode estar relacionada com o excesso de Ca e Mg, uma vez que os mesmos podem proporcionar interações negativas causando indisponibilidade de outros elementos (Malavolta, 1987).

## CONCLUSÕES

Nas condições de estudo os corretivos avaliados mostraram-se eficientes, podendo ser utilizados assim como o calcário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: ANDA, 1992. (Boletim Técnico, 6).
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA-FILHO, L.J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, 1973.
- BRINATE, S.V.B.; NOGUEIRA, N.O.; MARTINS L.D.; TOMAZ, M.A.; ANDRADE, F.V.; PASSOS, R.R. Avaliação dos atributos físicos de solos sob cultivo de café na microrregião do Caparaó – ES. In: **Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior- II INICjr, 2008**. São José dos Campos - SP. Energia: Geração, uso e consequência, v. VIII. 2008.

- HUERTA, S.A.; ALVIM, P.T. Índice de área foliar y su influencia en la capacidad fotosintética del café. *Cenicafé, Chinchina*, v.13, n.2, p.75-84, 1962.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar** 4.3. 2003. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>. Acesso em 10 Mar. 2009.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n. 1, p.5-8, 1980.
- KEMP, C.D. Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. **Annals of Botany**, Oxford, v.24, n.96, p.491-499, 1960.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004. p. 28. (Boletim técnico 01.).
- LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of *Hevea brasiliensis*** Muell. Arg. 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent, Ghent.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B. (Coord.) **Simpósio sobre fatores que afetam a produtividade do cafeeiro**. Poços de Caldas, 1984. v.2, p.88-226.
- MALAVOLTA, E. "Nutrição Mineral das Plantas". p.33-101 in **Curso de Atualização em Fertilidade do Solo**. Fundação Cargill. Campinas, 1987.
- MARTINS L.D.; NOGUEIRA, N.O.; BRINATE, S.V.B.; ANDRADE, F.V.; TOMAZ, M.A. Avaliação das características químicas de solos sob cultivo de café na microrregião do Caparaó-ES. In: **Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior- II INICjr, 2008**. São José dos Campos - SP. Energia: Geração, uso e consequência, v. VIII. 2008.
- ROSÁRIO, A. ed. Anuário estatístico do café - 2000/2001. **Coffee Business**, Rio de Janeiro, RJ. 2000, 161p.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.
- POZZA, A. A. A. **Silício em mudas de cafeeiro: efeito na nutrição mineral e na susceptibilidade à cercosporiose em três variedades**. 2004. 83 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PRADO, R.M. **Resposta da cultura da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo de acidez do solo**. Ilha Solteira, 2000. 97p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- 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.
- SILVEIRA Jr., E.G.; PENATTI, C.; KORNDORFER, G.H.; CAMARGO, M.S. Silicato de cálcio e calcário na produção e qualidade da cana-de-açúcar - Usina Catanduva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto:UNESP, 2003. 1 CD-ROOM.
- TEIXEIRA, M.M. **Caracterização, análise e diagnóstico da cafeicultura capixaba**. In: Simpósio estadual do café, 3, 1998, Vitória-ES, palestras, painéis e debates. Vitória-ES: CETCAF, 1998. P.43-76.
- VALANCOGNE, C.; FERREIRA, M.I.; SILVESTRE, J. ANGELOCCI, L.R. Influence of orchard and vineyard characteristics on maximal plant transpiration. **Acta Horticultural**, v. 537, p61-68, Out, 2000.