

SERAPILHEIRA EM TRÊS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON

**Andrielle de Castro¹, Alex Fabian Rabelo Teixeira², Victor Maurício da Silva³;
Chrystian Clyffe Paulino⁴**

¹Bióloga, Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica, INCAPER/CRDR Nordeste, Rod. BR 101N, Km 151. CEP: 29900-970. Linhares, ES, Brasil. E-mail: drika_pianna@hotmail.com;

²M.Sc. em Ecologia e Biomonitoramento, Pesquisador, INCAPER/CRDR Nordeste, Linhares-ES. E-mail: afabian@incaper.es.gov.br;

³Mestrando em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES) Alegre, ES: 29500-000. E-mail: victor-mauricio@bol.com.br;

⁴Biólogo, Bolsista CBP&D/Café, INCAPER/CRDR Nordeste, Linhares-ES. E-mail: clyffe.bio@gmail.com

Resumo - Objetivando comparar o acúmulo de serapilheira e o carbono imobilizado em três sistemas de produção de café conilon, desenvolveu-se o presente trabalho na principal região produtora de café conilon no norte do Espírito Santo, sendo este realizado em duas áreas particulares, Fazendas Santa Luzia e Paineiras, ambas localizadas no município de Sooretama. Para isso, traçou-se um transecto diagonal aos cafezais, sendo plotados quadrantes de 0.50 x 0.50 m (0.25 m²), onde se coletou toda a serapilheira disponível no quadrante. Logo após, analisou-se a massa seca (MS em Mg ha⁻¹) das amostras da serapilheira. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0.05). Os valores de MS acumulados e de carbono nos três sistemas de produção de café conilon estudados apresentaram diferença significativa (ANOVA, respectivamente F=37.46; gl=2; p<0.001 e F=37.64; gl=2; p<0.001). No agroecossistema de café associado com cedro australiano registraram-se maiores valores de acúmulo de serapilheira.

Palavras-chave: Arborização, *Coffea canephora*, matéria orgânica, carbono.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

Introdução

A principal região produtora de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), do Brasil se encontra no norte do Espírito Santo e, atualmente, a integração do café conilon com espécies arbóreas vem trazendo resultados positivos, tanto no ponto de vista econômico, quanto na sustentabilidade dos solos capixabas.

Espera-se que a introdução dessas espécies arbóreas aos plantios de café proporcione um aumento na biomassa de serapilheira no solo e um maior armazenamento de nutrientes e carbono, o que, segundo Schumacher et al. (2004), pode refletir na capacidade produtiva e no potencial de recuperação dos solos, uma vez que a serapilheira é a principal fonte de retorno sustentável da matéria orgânica e de nutrientes para o solo.

Na serapilheira encontra-se uma grande proporção de nutrientes que foram extraídos do solo através das espécies vegetais, e, à medida que o material decidiu vai se decompondo, os nutrientes vão sendo liberados novamente ao solo (SCHUMACHER et al., 2004). A deposição dessa matéria vegetal sobre o solo proporciona um acúmulo de biomassa, o qual é favorável aos processos físicos, químicos e biológicos que ali ocorrem.

Pesquisas recentes realizadas por Arato *et al.* (2003), Botero et al. (2008), Campanha *et al.* (2007), Castro *et al.* (2011); Coelho *et al.* (2007) e Perez Marim (2002), entre outros autores, revelam o potencial da implantação de espécies arbóreas nas lavouras de café. Damatta *et al.* (2007) ressaltam que o plantio de café conilon sobreado com outras espécies arbóreas proporciona uma melhoria e manutenção da fertilidade do solo, o que se torna um benefício para o cafeicultor, minimizando o uso de adubos minerais, além de formar quebra-ventos e aumentar a umidade do solo.

Tendo em vista os benefícios que a implantação que as espécies arbóreas traz para o cultivo do café conilon, o presente estudo teve como objetivo quantificar e comparar a massa seca (MS) (Mg ha⁻¹) da serapilheira e o carbono imobilizado em três sistemas de produção de café (monocultura, consorciados com cedro australiano e com teca), correspondente ao período seco, no município de Sooretama, norte do Estado do Espírito Santo. Além disso, buscou-se verificar os nutrientes presentes nas folhas das espécies arbóreas cedro e teca, e nos cafezais.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Sooretama, Espírito Santo (Figura 1). O bioma dominante é o de Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, com formações florestais típicas de Tabuleiros Costeiros.



Figura 1. Localização do município de Sooretama, Espírito Santo.

Sooretama possui clima caracterizado como quente e úmido, apresentando período chuvoso que vai de outubro a março, com índice pluviométrico médio entre 60 mm e 230 mm e outro seco, que compreende os meses de abril a setembro, com precipitação média entre 10 mm e 80 mm (Figura 2) e temperatura média de 25°C.

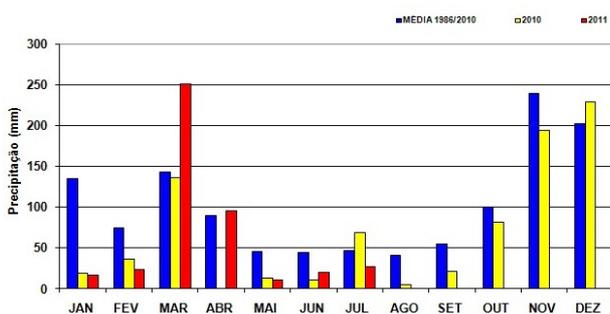


Figura 2. Médias de precipitação de 1986/2010 (em azul), de 2010 (amarelo) e 2011 (vermelho), município de Sooretama, Espírito Santo. (Fonte: INCAPER).

Especificamente, as áreas selecionadas para o presente estudo localizam-se em fazendas particulares de cafeicultores tradicionais e pioneiros no cultivo de café arborizado, sendo o sistema de produção de café conilon consorciado com teca (área A), situado na Fazenda Paineiras

(19°08'68"S e 40°06'16"W) e os sistemas de produção de café em monocultura e consorciado com cedro australiano, correspondendo, respectivamente, às áreas B e C, localizados na Fazenda Santa Luzia (19°06'77"S e 40°11'32"W).

Histórico das áreas

Na área A, no ano de 2001, iniciou-se o plantio da teca com espaçamento 6 x 8 m, junto ao cafeeiro com mais de 10 anos, plantado a um espaçamento de 3 x 2 m, totalizando 20 hectares; na área B, a monocultura de café conilon foi estabelecida em dez hectares, sendo os cafezais plantados no espaçamento 3 x 2 m, possuindo atualmente cinco anos de idade; e a área C, o sistema de produção de café conilon iniciou-se em um consórcio de café com mamão e cedro australiano, cujo plantio dos mamoeiros foi realizado em fileiras duplas, no espaçamento 3 x 2 x 2 m. Oito meses depois, realizou-se o plantio de café conilon, juntamente com o plantio de cedro australiano, no espaçamento de 15 x 9 m, ambos nas linhas dos mamoeiros. Atualmente, a área possui oito anos de idade e totaliza 40 hectares.

As lavouras são irrigadas, adubadas de forma convencional com fertilizantes minerais, onde realizam-se podas periódicas no cafeeiro (poda de produção), na teca e no cedro australiano (poda de ramos laterais).

Procedimento

Foram realizadas duas amostragens da serapilheira, sendo uma no período chuvoso, no mês de outubro de 2010 (CASTRO et al., 2011) e a outra no final do período seco, que corresponde a julho de 2011.

Para isso, em cada área foi traçado um transecto diagonal aos cafezais. Ao longo desse transecto, foram plotados 20 pontos amostrais, distando entre si cerca de sete metros, dos quais seis pontos amostrais por área foram selecionados, aleatoriamente, para a coleta da serapilheira. Nos pontos amostrais selecionados, procuraram-se locais com quantidade homogênea de serapilheira. Nesses locais, foram marcados quadrantes de 0.5 x 0.5 m (0.25 m²), coletando-se toda serapilheira presente no quadrante, conforme metodologia descrita por Arevalo et al. (2002).

A serapilheira coletada foi armazenada, para transporte, em sacos de pano etiquetado. Logo após, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fisiologia da Fazenda Experimental de Linhares-ES, INCAPER, onde foram registrados os pesos frescos totais acumulados em 0.25 m². Essas amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar à temperatura de 75°C até obter-se MS constante. Após esse processo obteve-se o peso seco total

de cada amostra. As pesagens foram realizadas em balança de precisão.

Próximo à área A, onde existem plantações de café consorciado com cedro australiano e teca, realizou-se amostragem de folhas dos indivíduos das respectivas árvores e dos cafezais. As amostras das folhas foram analisadas quimicamente em laboratório, para determinação dos teores de macro e micro nutrientes.

Análise dos dados

Os dados obtidos em cada amostra da serapilheira foram extrapolados para kg por hectare (kg ha^{-1}) e, posteriormente, para megagrama por hectare (Mg ha^{-1}).

O estoque de carbono ou C-imobilizado (carbono que está fixado em forma contínua e pelo maior tempo possível na serapilheira) da serapilheira foi estimado considerando ser este 45% da MS (AREVALO et al., 2002).

Utilizou-se o programa BioEstat 3.0, para calcular as seguintes estatísticas: amplitude total, média (μ), variância (S^2), desvio padrão (S), erro padrão (S_x) e o coeficiente de variação.

Objetivando determinar se existe diferença significativa na MS acumulada na serapilheira entre os três sistemas de produção de café conilon, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos (sistemas de produção de café conilon) e com seis repetições (amostras da serapilheira). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$), através do programa Assistat Versão 7.5 beta (SILVA, 2010).

Resultados

Dos sistemas de cultivo de café conilon analisados no período seco, a área B (monocultura) foi a que apresentou menores valores de acúmulo de MS de serapilheira, com média de 1.93 Mg ha^{-1} (± 0.76), o que corresponde um média de $1.49 \text{ Mg de carbono ha}^{-1}$ (± 0.63) fixado nessa serapilheira.

Já a área A, apresentou valores intermediários, sendo registrada média de MS de serapilheira de 3.31 Mg ha^{-1} (± 1.40) e $1.49 \text{ Mg de carbono ha}^{-1}$ (± 0.63).

Por outro lado, na área C foram observados os maiores valores de MS de serapilheira, com média de 5.99 Mg ha^{-1} (± 1.01) e $2.69 \text{ Mg de carbono ha}^{-1}$ (± 0.45) (Figura 3).

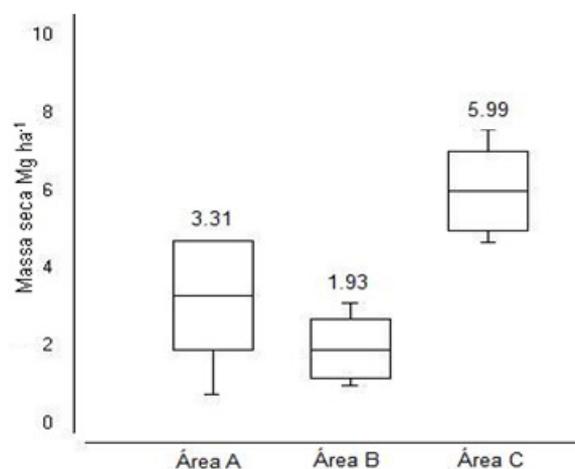


Figura 3. Massa seca (MS) de serapilheira acumulada em café com teca (área A), monocultura (área B) e café com cedro australiano (área C), no período seco, em Sooretama, ES.

Os valores de MS acumulada e de carbono Mg ha^{-1} nos três sistemas de produção de café conilon apresentam uma diferença significativa (ANOVA, respectivamente, $F=37.46$; $gl=2$; $p < 0.001$ e $F=37.64$; $gl=2$; $p < 0.001$) (Tabela 1), sendo que na área C foi registrado acúmulo de serapilheira aproximadamente três vezes maior do que observado na área B e duas vezes maior que a área A.

Tabela 1. Massa seca (MS) e carbono imobilizado nos três sistemas de produção de café conilon, no período seco, em Sooretama, ES.

Sistema de Produção	Massa Seca	C-Imobilizado
Área A (café x teca)	3.816 b	1.716 b
Área B (monocultura)	2.12 c	0.952 c
Área C (café x cedro)	6.248 a	2.810 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Como relação aos macro e micronutrientes encontrados na análise foliar das espécies arbóreas e dos cafezais, observou-se que, de uma forma geral, as folhas do café apresentaram maiores acúmulos de nutrientes (Tabela 2).

Tabela 2. Análise foliar de macro e micronutrientes em folhas de teca, café e cedro australiano, em Sooretama, ES.

Parâmetros analisados	Unid.	Sistema de produção de café conilon		
		Café x Teca Área A	Monocultura Área B	Café x Cedro Área C
Nitrogênio (N)	g/Kg	26.25	28.83	24.85
Fósforo (P ₂ O ₅)	g/Kg	1.76	1.06	1.71
Potássio (K ₂ O)	g/Kg	8.75	15.58	7.50
Cálcio (Ca)	g/Kg	17.88	37.05	30.88
Magnésio (Mg)	g/Kg	1.63	3.34	3.56
Enxofre (S)	g/Kg	1.25	2.09	1.34
Ferro (Fe)	mg/Kg	71	67	86
Zinco (Zn)	mg/Kg	17	30	82
Cobre (Cu)	mg/Kg	9	11	6
Manganês (Mn)	mg/Kg	63	57	33
Boro (B)	mg/Kg	61	28	69

Discussão

Comparando-se os dados da MS obtidos no presente estudo, para o período seco, aos analisados por Castro et al. (2011) nas mesmas áreas, para o período chuvoso, verificou-se que o sistema de produção de café conilon consorciado com cedro manteve a tendência em apresentar maiores valores de MS de serapilheira, quando comparado a monocultura (Figura 4).

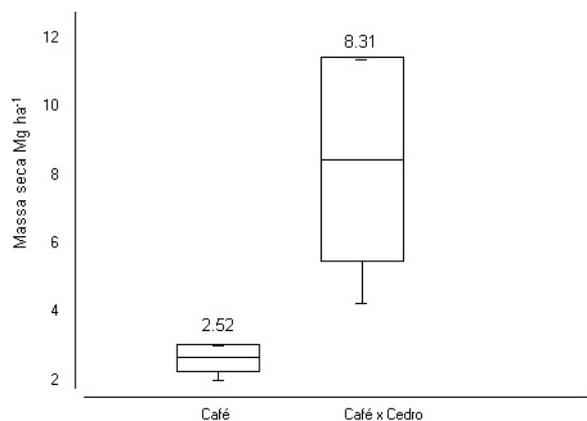


Figura 4. Massa seca (MS) de serapilheira acumulada em monocultura de café e em café consorciado com cedro australiano, no período chuvoso (adaptado de Castro et al., 2011).

Essa tendência também foi observada por Campanha et al. (2007), que registraram 6.1 Mg ha⁻¹ de MS por ano em um consórcio de café arábica com espécies nativas e frutíferas e 4.5 Mg ha⁻¹ em uma monocultura.

De acordo Perez Marim (2002), um sistema de café consorciado com espécies arbóreas pode contribuir com cerca de 95% de deposição de serapilheira em comparação a monocultura.

Arato et al. (2003), obtiveram em um sistema agroflorestal constituído por diversas espécies arbóreas e frutíferas consorciados com cafeeiro, um total de 10.165,13 kg/ha⁻¹ por ano de serapilheira, sendo que 67,46% eram folhas. Valores que aproximam-se daqueles registrados em ecossistemas florestais (70%) por Meentmeyer et al. (1982).

Nesse sentido, é importante ressaltar que a deposição dessas folhas, ramos, galhos e órgãos reprodutivos que constituem a serapilheira, contribui de forma significativa para a formação da camada de matéria orgânica sobre o solo, rica em nutrientes e que a partir de processos físicos, químicos e biológicos vão sendo decompostos e, consequentemente, liberados ao solo.

Além disso, a matéria orgânica depositada sob o solo é frequentemente citada como um dos principais indicadores de qualidade do solo, em razão do seu papel na regulação de uma série de processos que nele ocorrem [p. ex.: Perez Marin (2002)].

Apesar de ser observado por alguns autores (CAMPANHA et al., 2007, BOTERO et al., 2008, SEVERINO & OLIVEIRA, 1999, ARATO et al., 2003, entre outros aqui não citados) uma maior queda de folhas no segundo semestre do ano (período seco), tanto nos cafezais quanto em algumas espécies arbóreas, nota-se que nas respectivas áreas estudadas, foi observada uma diminuição da MS do período chuvoso para o seco. Entretanto, deve-se mencionar que foram realizadas apenas coletas pontuais da serapilheira, sendo necessários estudos sistematizados, no qual sejam usadas metodologias de aporte da serapilheira (por exemplo, instalação de coletores sob as copas dos cafezais e das espécies arbóreas).

As plantas de café apresentam uma dinâmica sazonal, com queda de folhas durante o inverno, período o qual é considerado frio e seco (BOTERO, et al., 2008). Assim, os cafeeiros perdem suas folhas devido as condições de estresse hídrico e durante a colheita (CAMPANHA et al., 2007). Já a queda de folhas das árvores, como observado por Botero et al. (2008), depende muito da espécie arbórea utilizada nos sistemas de consórcio com cafezais.

A análise química feita na serapilheira da monocultura de café conilon investigada na mesma área estudada em Sooretama, no período chuvoso de 2010, apresentou maiores teores de nutrientes em relação ao consórcio com cedro australiano (CASTRO et al, 2011). Campanha et al, (2007) também observaram uma maior quantidade de nutrientes na serapilheira do café a pleno sol em relação ao consórcio com outras espécies arbóreas e frutíferas. No presente

estudo, optou-se por realizar análise foliar dos cafezais e das espécies arbóreas.

O café é uma espécie bem exigente no uso de fertilizantes minerais, o que pode influenciar os dados ao analisarmos os nutrientes presentes na serapilheira dos sistemas de produção de café. Na análise foliar das três espécies arbóreas associadas ao café em Sooretama, obteve-se uma certa similaridade entre os teores de nutrientes, porém as folhas dos cafezais apresentaram teores mais elevados de nutrientes quando comparadas às folhas do cedro australiano e de teca.

Neste sentido, é relevante ressaltar que o café, devido, principalmente, à sua fisiologia e melhoramento genético, apresenta excelente capacidade em obter e acumular nutrientes. Porém, deve-se considerar que a implantação de espécies arbóreas proporciona um acréscimo no aporte de serapilheira e, conseqüentemente, as lavouras obterão um acúmulo de nutrientes bem maior em relação a monocultura.

Castro *et al* (2011) registraram que o acúmulo de macronutrientes encontrados no café consorciado com cedro australiano foi muito superior quando comparado aos encontrados no café a pleno sol, com valores de 124.65 kg ha⁻¹ de N, 14.96 kg ha⁻¹ de P, 37.39 kg ha⁻¹ de K, 44.87 kg ha⁻¹ de Mg e 14.13 kg ha⁻¹ de S no café consorciado, contra 47.38 kg ha⁻¹ de N, 5.54 kg ha⁻¹ de P, 15.12 kg ha⁻¹ de K, 17.39 kg ha⁻¹ de Mg e 4.54 kg ha⁻¹ de S na monocultura. Severino & Oliveira (1999), em um período de cinco meses, obtiveram um aporte de 49 kg ha⁻¹ de N, 2,9 kg ha⁻¹ de P e 136 kg ha⁻¹ de K, em um plantio de café consorciado com banana e ingá.

Perez Marin (2002) propõe que um sistema consorciado contribui com cerca de 82% de nitrogênio, 119% de fósforo, 175% de potássio, 6% de cálcio, 34% de magnésio e 75% de enxofre com relação à monocultura. Para Severino & Oliveira (1999), o sistema agroflorestal aproximase dos padrões sustentáveis, por ser capaz de se manter produtivo, mesmo sem a utilização de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, além de apresentar algumas características de solo superiores às áreas ainda não manipuladas pelo homem.

Além dos benefícios estimados, o plantio de café consorciado proporciona um maior acúmulo de carbono orgânico ao solo, sendo que esta deposição pode variar conforme o clima (principalmente temperatura do ar e chuvas), do tipo de vegetação (gramíneas decompõem mais lentamente que plantas leguminosas) e da fertilidade do solo (solos férteis resultam em plantas maiores que contém, por sua vez, mais carbono a ser depositado no solo) (MACHADO, 2005). Assim, os sistemas de produção de café associados a outras espécies perenes podem

funcionar como bancos temporários de estoque de carbono, recuperando CO₂ (dióxido de carbono).

Conclusão

Nos sistemas de produção de café conilon (monocultura, consorciados com teca e com cedro australiano) estudados em Sooretama, Espírito Santo, o último sistema foi o que apresentou maior deposição e acúmulo de serapilheira (MS em Mg ha⁻¹) nos dois períodos do ano (seco e chuvoso), o que corresponde a maior adição de nutrientes e de fixação de carbono.

Foi observada uma diminuição de serapilheira do período chuvoso para o período seco nos agroecossistemas de café conilon investigadas, contudo, são necessários estudos sistematizados e específicos para analisar o aporte de serapilheira nas áreas estudadas.

Agradecimentos

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e ao SAF/MDA, SECIS/MCT, por intermédio do CNPq pelo apoio financeiro. Ao Incaper pelo apoio logístico.

Às famílias Dalvi e Morgan que disponibilizaram áreas das suas propriedades rurais para a realização da pesquisa.

Aos colegas Drielli F. Gimenez e Kelis Petri dos Santos pelo auxílio nas coletas.

Aos revisores anônimos do XV INIC, XI EPG e V INIC Jr. Pelas sugestões

Referências

- ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa - Minas Gerais. **Revista Árvore**. V.27, n.5, p.597-603, 2003.
- AREVALO, L.A.; ALEGRE, J.C.; VILCAHUAMAN, L.J.M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. **Embrapa Florestas. Documentos, 73**. Colombo, Paraná. 41p.: il. 2002.
- BOTERO, C.J.; SANTOS, R.H.S.; FARDIM, M.P.; PONTES, T.M.; SARMIENTO, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**. V. 32, n.5, p.869-877, 2008.
- CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, H.E.P.; BOTERO, C.J.; GARCIA, S.L. Análise comparativa das

características da serrapilheira e do solo em cafezais (*Coffea arabica* L.) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata Minas Gerais. **Revista Árvore**. V.31, n.5, p.805-812, 2007.

- CASTRO, A.; TEIXEIRA, A.F.R.; SILVA, V.M.; PAULINO, C.C. Comparação da biomassa da serrapilheira em dois sistemas de produção de café conilon, Sooretama, Espírito Santo. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Uberlândia - Minas Gerais, 2011.

- COELHO, R.A.; MATSUMOTO, S.N.; MIGUEL, D.L.; LEMOS, C.L.; BONFIM, J.A.; LIMA, J. M.; CESAR, F. R. C. F.; SANTOS, M. A. F.; GUIMARAES, M.M.C.; ARAUJO, G. S. Estimativa de serrapilheira depositada em mata e áreas cultivadas com cafeeiro (*coffea arabica* L.) sob manejo agroflorestal e monocultivo em barra da choça, BA. In: V Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Águas de Lindóia - São Paulo, 2007.

- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; SALES, E. F.; ARAUJO, J. B. S. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; BRAGANÇA, S.M.; FERÃO, M.A.G.; MUNER, L.H. **Café conilon**. 1. ed. Espírito Santo: Ed. DCM/INCAPER, 2007.

- MACHADO, P.L.O.A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Revista Química Nova**. V.28, n.2, p. 329-334, 2005.

- MEENTMEYER, V.; BOX, E.O.; THOMPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. **BioScience**. V.32, p.125-128, 1982.

- PEREZ MARIM, A. M. Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. Tese, Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais, 2002.

- SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I.; KÖNIG, F.G. Produção de serrapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande, Rio Grande do Sul. **Revista. Árvore**. V. 28, n.1, p. 29-37, 2004.

- SEVERINO, L.S.; OLIVEIRA, T.S. Sistema de cultivo sombreado do cafeeiro (*coffea arabica*, L.) na região de Baturité, Ceará. **Revista Ceres**. V.46, n.268, p.635-652, 1999.

SILVA, F.A.S. ASSISTAT Versão 7.5 beta - Assistência Estatística. Campina Grande – PB.

2010. Disponível em: < <http://www.assistat.com/>>. Acessado em: jun. de 2011.