



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Francisco Alisson da Silva Xavier, Pesquisador da Embrapa Centro de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia. Email: alisson@cnpmf.embrapa.br.

Irene Maria Cardoso, Professora, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Email: irene@ufv.br.

Eduardo de Sá Mendonça, Professor, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo. Email: eduardo.mendonca@ufes.br.

Discussão sobre o tema desenvolvimento sustentável ocupa grande espaço na sociedade devido ao declínio na qualidade de vida no meio rural e urbano. A perda de qualidade de vida associa-se à intensa degradação dos recursos naturais atrelada à modernização da agricultura e ao aumento populacional das cidades. A agricultura é função da interação de fatores socioambientais e naturais, englobando dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas. O desafio para uma agricultura sustentável passa pelo ajuste das relações socioeconômicas que governam o que é produzido, como é produzido e para quem é produzido. Isto necessita de uma abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo.

Atualmente a humanidade se esforça para satisfazer as demandas de alimento e energia de uma população crescente, usando os recursos naturais disponíveis e promovendo modificações na forma de trabalhar a terra. Com a diminuição contínua e acelerada das matas nativas e da qualidade do ambiente solo e água, decorrente de uma agricultura volta para o lucro imediato na produção de comodites, surgem iniciativas redescobrimdo práticas agrícolas objetivando a produção contínua de alimentos e a preservação do ambiente.



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

O Brasil é um país continental, com grande diversidade ambiental e cultural, composto principalmente pelos biomas Amazônico, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Esses biomas têm no componente arbóreo grande diversidade de plantas, com potencial para atender demandas de alimento e energia da sociedade. Entre as formas tradicionais de uso da terra, os Sistemas Agroflorestais (SAFs), em suas diversas modalidades compõem uma tecnologia capaz de melhorar as condições ambientais, podendo fornecer bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas do meio rural.

Os SAFs não constituem uma simples técnica agrícola ou florestal que objetiva apenas o aumento da produção. Mais do que isso, representam um enfoque de desenvolvimento rural onde o componente arbóreo apresenta uma diferente perspectiva de uso da terra. Paradoxalmente, os SAFs são formas antigas de uso da terra e, ao mesmo tempo, modernas. Antigas porque são praticadas há milhares de anos pelas populações tradicionais e hoje continuam sendo usadas por um número surpreendentemente grande de agricultores. E modernas, pela sua adequação ao ideal de desenvolvimento sustentável. Aí se destacam as suas vantagens sociais (adequação à realidade da grande maioria dos agricultores do Brasil), econômicas (boas produtividades energéticas, diversidade na produção, baixo risco de prejuízos, etc.) e ambientais (maior proteção do solo e dos recursos hídricos, maior eficiência na ciclagem de nutrientes, menor consumo de energia, e maior biodiversidade), que combinados, resultam numa maior sustentabilidade da produção rural.

Os SAFs constituem sistemas muito variáveis e flexíveis, podendo ser aproveitados em diferentes escalas, de acordo com o tamanho da propriedade e o nível sócio-econômico de seus proprietários. Podem ser classificados de acordo com: (i) sua estrutura no espaço; (ii) seu desenho através do tempo, (iii) a importância relativa e a função dos diferentes componentes; (iv) os objetivos da produção; e (v) as características sociais predominantes.

Devido às suas formas e hábitos de crescimento, as árvores influenciam os outros componentes do sistema agrícola. Suas copas afetam a chegada dos raios solares e da água e o movimento do ar, enquanto que suas raízes ocupam grandes volumes de solo. A absorção de nutrientes e a redistribuição destes com os restos vegetais, com a queda de folhas e a renovação de raízes, e as possíveis associações com microrganismos do solo alteram o ambiente de cultivo. Assim, os agricultores adotam os SAFs com diferentes objetivos. Um dos principais objetivos é a recuperação de áreas degradadas, controle de



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

erosão, aumento da água no agroecossistema, e, conseqüentemente, melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, potencializando a fertilidade do solo como um todo.

Um grupo de doze hipóteses (Tabela 1) que envolvem o uso da agrofloresta para a conservação do solo foi proposto por Young (1997). O conceito geral que permeia tais hipóteses preconiza que o manejo agroflorestal tem potencial para controlar a erosão, manter os níveis de matéria orgânica e a qualidade física do solo e promover a ciclagem e o uso eficiente dos nutrientes. Dentre as hipóteses postuladas pelo autor, uma especificamente considera que os SAFs podem manter a MOS bem como a atividade biológica em níveis satisfatórios para adequada fertilidade do solo.

Tabela 1. Hipóteses relacionadas com uso da agrofloresta para o manejo sustentável do solo.

Hipóteses relacionadas com processos

1. Agrofloresta controla o escoamento superficial e a erosão do solo;
2. Agrofloresta aumenta a água disponível do solo nos agroecossistemas;
3. Agrofloresta mantém os níveis de matéria orgânica e a atividade biológica do solo;
4. Agrofloresta aumenta a qualidade física do solo por meio da manutenção da matéria orgânica e da ciclagem das raízes das árvores;
5. Espécies arbóreas fixadoras de N aumentam a ciclagem de N no sistema;
6. Agrofloresta é capaz de reciclar nutrientes de horizontes mais profundos para a superfície do solo por meio do sistema radicular das árvores;
7. Agrofloresta melhora a ciclagem e o uso mais eficiente dos nutrientes;
8. Agrofloresta auxilia na eliminação de elementos tóxicos no solo;

Hipóteses relacionadas com os agentes

9. A decomposição da serrapilheira e de resíduos de podas das árvores melhora ou mantém a fertilidade do solo;
10. Resíduos orgânicos abaixo e acima do solo são igualmente importantes para a fertilidade do solo;

Hipóteses relacionadas com o sistema

11. Agrofloresta pode ser adotada para recuperar áreas degradadas;
 12. O componente arbóreo na agrofloresta pode promover serviços ambientais que não podem ser fornecidos somente pela monocultura.
-

Adaptado de Young (1997).

O efeito dos SAFs sobre o aumento dos níveis de matéria orgânica e da fertilidade do solo está principalmente relacionado com a produção/ciclagem de serrapilheira e ciclagem do sistema radicular do componente arbóreo. Reconhecidamente, a manutenção e/ou recuperação da MOS tem sido considerado um fator preponderante para a sustentabilidade dos cultivos agrícolas. A matéria orgânica exerce importantes influências nas propriedades



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

físicas, químicas e biológicas do solo, afetando diretamente a funcionalidade dos ecossistemas.

A ciclagem da matéria orgânica em SAFs começa a partir da fixação de C atmosférico por meio da fotossíntese. A formação da serapilheira ocorre com a queda das folhas do componente arbóreo e com os resíduos das culturas após a colheita. Este material é primeiramente transformado pela macro e mesofauna do solo e, posteriormente, pelos microrganismos por meio da ação enzimática. Como produto inicial da decomposição dos resíduos orgânicos tem-se a formação de compostos orgânicos de fácil decomposição, que correspondem à fração ativa da MOS. Com a continuidade do processo de decomposição, os resíduos orgânicos são convertidos em moléculas orgânicas mais complexas com maior estabilidade química-estrutural. Parte dessa fração é utilizada como fonte de energia microbiana, enquanto que outra porção é transformada em matéria orgânica humificada. Parte do C nos diferentes compartimentos é perdida para a atmosfera na forma de C-CO₂.

Dependendo do tipo e qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo, sua decomposição/mineralização será diferenciada. Os SAFs se distinguem dos sistemas naturais ou daqueles manejados convencionalmente pelo aporte múltiplo de material orgânico quanto ao estado de evolução biológica. Por exemplo, tanto nos sistemas naturais como nos agrícolas convencionais o principal tipo de biomassa vegetal adicionada e que irá formar a serapilheira é o material senescente, enquanto que nos SAFs além do material senescente tem-se a presença de biomassa fresca, resultante das podas. Nesse sentido, as quantidades de nutrientes disponíveis serão diferentes para os dois tipos de biomassa que formam a serapilheira. A qualidade e as taxas de decomposição/mineralização da serapilheira e da folhagem verde de uma mesma planta devem ser diferentes (Mafongoya et al., 1998).

A qualidade da biomassa aérea e radicular adicionada ao solo imprime forte influência sobre a fertilidade do solo, especialmente quanto à formação da MOS. Resíduos que possuem altos conteúdos de N e baixos de polifenóis e ligninas, liberam nutrientes mais rapidamente e favorecem a formação de compartimentos da MOS de maior labilidade. Por outro lado, resíduos orgânicos com elevados conteúdos de polifenóis e lignina e baixa quantidade de N, liberam nutrientes mais lentamente, favorecem imobilização destes na biomassa microbiana e corroboram para a formação de compartimentos menos lábeis da MOS.



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Os SAFs têm sido considerados uma importante estratégia de manejo para o aumento do sequestro de C no solo em áreas agrícolas (Schoeneberger, 2009). A maior parte das informações disponíveis sobre sequestro de C em áreas de SAFs é gerada na região tropical. O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) aponta que a área total mundial com SAFs está em torno de 400 milhões de hectares, e que o ganho médio anual de C nessas áreas é de $0,72 \text{ Mg C ha}^{-1}$, podendo variar entre $0,29$ a $15,21 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Nair et al., 2009). Estima-se ainda que os SAFs possuam potencial para sequestrar cerca de 26 Tg C ano^{-1} ($\text{Tg} = 1.012 \text{ g}$ ou 1 milhão de toneladas) a partir de 2010 e 45 Tg C ano^{-1} a partir de 2040.

Montagnini & Nair (2004) destacam que, a despeito dessas estimativas, faltam levantamentos sobre o tamanho real das áreas cultivadas com SAFs nas mais diferentes ecozonas do globo. No Brasil, alguns fatores refletem a dificuldade de se obter um potencial realístico de sequestro de C orgânico no solo por áreas com agrofloresta, tais como: i) carência de experimentos de longa duração envolvendo SAFs; ii) os SAFs variam entre si nas diferentes regiões do país; iii) existem poucos levantamentos dedicados à avaliar os estoques de C orgânico do solo em função do uso dos SAFs; iv) diferentes desenhos são utilizados para diferentes propósitos e v) falta de padronização no uso de metodologias para avaliação da dinâmica do C orgânico. Outro aspecto a ser considerado como limitação para a estimativa mais real quanto à armazenagem de C no solo é que a maioria dos estudos não considera o papel da ciclagem de raízes na estocagem de matéria orgânica no solo. Cerca de 33% da produção primária líquida de biomassa vegetal é destinada à formação de raízes-finas, portanto, constitui-se um importante fator no estoque de C no solo (Nair et al., 1999). Apesar de tais ponderações, há várias experiências com SAFs no Brasil (Figura 2) que documentam o sucesso de diferentes sistemas na redução da erosão do solo, aumentando a taxa de infiltração da água no solo e reduzindo as perdas de solo, nutrientes e matéria orgânica. Os dados disponíveis apontam um potencial de produção de biomassa (formação de serapilheira) que pode variar de $1,39$ a $25,92 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o que representa o potencial de armazenagem de C orgânico do solo de $0,62$ a $11,66 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Xavier & Mendonça, 2011).



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

e da qualidade do solo, e para a produção de alimentos e fibras. Quanto ao potencial de armazenagem de C orgânico, Barreto et al. (2011) encontraram que áreas de agrofloresta com a cultura do cacau (ex. sistema cabruca) podem estocar na camada de 0-50 cm de profundidade até 93,79 Mg C ha⁻¹ em Latossolos, e até 60,96 Mg C ha⁻¹ em Cambissolos. Os SAFs promoveram aumento de frações mais lábeis de C orgânico, as quais desempenham papel-chave no processo de ciclagem de nutrientes.

Na região sudeste há várias experiências com café e pastagem em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Na Zona da Mata mineira foram implantadas várias experiências no período de 1994 e 1995 com café e pastagens com base em diagnóstico de qualidade ambiental realizado por agricultores familiares em conjunto com o Centro de Tecnologias Alternativas –CTA e a Universidade Federal de Viçosa. Os objetivos das ações foi primeiramente reduzir a erosão dos solos, seguido da necessidade de aumentar a produção local de matéria orgânica e potencializar a ciclagem de nutrientes. Segundo os agricultores experimentadores os SAFs com café devem ter pelo menos um estrato arbóreo diversificado, um estrato arbustivo (café e outras espécies) e um estrato herbáceo (leguminosas, vegetação espontânea e alimentícias). Nesses sistemas as árvores devem apresentar baixa competitividade por água, luz e nutrientes, além de demandarem menos por mão de obra para o manejo, contribuir com a diversificação da produção (madeira e alimentos). Souza & Cardoso (2005) constataram que os SAFs adotados nas propriedades rurais contribuíram com o aumento da qualidade dos solos e da ciclagem de nutrientes, e para a diversificação da produção. Franco et al. (2002), investigando comparativamente os SAFs com cultivos convencionais de café nessas áreas, concluíram que as maiores perdas de solo, C orgânico e nutrientes foram registradas no cultivo convencional, indicando que os SAFs constituem-se um opção viável para a conservação do solo e do ambiente. Nas mesmas condições, os estudos de Mendonça et al. (2001) e Perez et al. (2004) mostraram que em áreas de café sob SAFs há aumento significativo dos estoques de C orgânico (serapilheira, C da fração leve, C lábil, C nas substâncias húmicas) em comparação ao cultivo convencional, sugerindo que os SAFs são viáveis para a manutenção da qualidade do solo, aumento dos teores de MOS e recuperação de solos degradados em relevo forte ondulado a montanhoso.

Além de favorecer o acúmulo de C orgânico e N no solo, estudos indicam que os SAFs podem contribuir na disponibilização de fósforo (P). Em solos tropicais, em especial



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

nos Latossolos, onde há predomínio de óxidos de Fe e Al, a adsorção de formas inorgânicas de P pela matriz mineral é um fenômeno natural que afeta substancialmente a absorção deste nutriente pelas plantas, afetando a produtividade das culturas. Cardoso et al. (2003), avaliando o efeito de SAFs sobre a dinâmica de diferentes formas de P, encontraram que os SAFs contribuíram na construção do compartimento orgânico de P, incluindo formas de maior labilidade. Para os autores, a ciclagem do compartimento orgânico de P em solos tropicais parece ser o mecanismo mais importante para a ciclagem deste nutriente. Nesse sentido, os SAFs constituem-se uma estratégia importante para aumentar a disponibilidade de P para as plantas. Resultados similares foram obtidos por Xavier et al. (2011) avaliando a distribuição de diferentes compartimentos de P em áreas sob SAFs. Os autores constataram que a distribuição e comportamento de formas de P prontamente disponíveis para as plantas estão associados diretamente com a ciclagem do compartimento orgânico de P. Nos SAFs houve aumento no compartimento mineralizável de P orgânico ($Po-NaHCO_3 + Po-HCl_{conc.}$) em relação ao monocultivo, o que representa um maior potencial de ciclagem de P por meio de processos biológicos. O estudo revelou ainda que outras formas orgânicas de P, como a fração $NaOH-Po$, atuam como fonte controlando a ciclagem de P inorgânico à medida que formas disponíveis são utilizadas pelas plantas. Em conclusão os autores destacaram que a dinâmica do P no solo em SAFs ocorre em função das diferentes espécies arbóreas utilizadas em cada situação particularmente, uma vez que diferentes espécies geram material orgânico de diferente qualidade.

Atualmente deixar árvores na pastagem é uma prática comum no meio rural. Ela favorece o conforto animal, a ciclagem de nutrientes, o aumento da oferta de alimentos e de madeira. Entretanto, as árvores devem possuir algumas características desejáveis para serem empregadas nos pastos: Possuir copa aberta para permitir a penetração da luz solar e, assim, a sobrevivência da vegetação abaixo dela (os galhos baixos devem ser retirados para que a copa fique alta, possibilitando a entrada de luz). Possuir copa que não perde muitas folhas (espécies perenifólias) e com folhas pequenas, para que o capim não seja abafado pelas folhas caídas. Ser multifuncional. Produzir, de preferência, mais de um bem, como madeira, lenha, frutas e alimentos para os animais.

Na comunidade de Feliz Lembrança, Alegre, Espírito Santo, agricultores estão diversificando a produção de café com frutas (citros, coco, banana, acerola, dentre outras) e manejando plantas espontâneas e resíduos de podas das árvores de modo a proporcionar



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

cobertura de solo. As ações são provenientes de trabalho conjunto dos agricultores com a Universidade Federal do Espírito Santo iniciado em 2009. As frutas processadas numa agroindústria da comunidade são comercializadas nos mercados da região sul capixaba. Azevedo et al. (2011) documentaram o efeito da mudança do manejo na redução da erosão e na perda de nutrientes e água dos agroecossistemas diversificados frente aos monocultivos de café.

Benefícios econômicos

Os SAFs garantem benefícios econômicos devido a três aspectos a) diversificação da produção, b) diminuição dos custos de produção e 3) aumento da oferta de alimento para a família e animais. Os três aspectos garantem autonomia do agricultor frente ao mercado. A oferta de diversos produtos para a comercialização torna o sistema mais resiliente frente as oscilações de preços dos produtos, a diminuição dos custos ocorrem devido a menor dependência dos insumos externos e a maior produção de alimentos significa menor dependência do mercado para adquirí-los.

Na Zona da Mata, a comparação entre os sistemas de café em monocultivo convencional e os sistemas de café agroflorestal mostrou que o número de plantas de café por hectare e a produtividade por pé de café foram menores nos sistemas agroflorestais, portanto a produção de café por hectare foi menor, mas o retorno econômico foi maior devido ao menor custo de produção e maior oferta de outros produtos. Entretanto, faz-se necessário realizar uma análise econômica mais acurada dos sistemas, pois segundo relato de alguns agricultores, a produtividade de café em SAFs é igual à produtividade do café convencional e não menor. Nesta mesma região, um agricultor introduziu banana em seu cafezal com a intenção de produzir biomassa, mas rapidamente observou que além de produzir biomassa era mais rentável comercializar a banana, assim ele deu preferência para a produção de banana. O manejo que ele faz do bananal e do cafezal é mínimo, mas o montante comercializado com a banana e café é superior ao comercializado pelos vizinhos que possuem café em monocultivo. Sua renda é também maior, pois o custo de produção dele é menor. Além da banana e café, outros produtos oriundos dos SAFs são comercializados. A renda chega a 2 mil reais/mês. A banana também serve de alimentos para a família e animais. Durante a seca, quando há pouca oferta de pasto, muitos agricultores estão ofertando pseudo-caule de bananeira para os bovinos e com resultados ótimos.



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Outro agricultor introduziu abacate em seu cafezal objetivando proteger o solo contra erosão. Hoje ele possui mais de mil pés de abacate espalhado por toda a propriedade e além do café ele também comercializa abacate. Por ano, ele comercializa em torno de 300 caixas de abacate. O abacate também é utilizado para alimentação da família e dos animais, inclusive bovinos. O abacate é ofertado inteiro para os animais e não há riscos, pois engasgamento só ocorre quando o animal adquire o fruto da árvore. Exemplos como estes se multiplicam por aí. A produção do abacate é na seca, período de menor oferta de outros produtos e necessidade de irrigação.

A maior produção de alimentos, além dos aspectos econômicos também é segurança e soberania alimentar e garantia de melhores condições de saúde, pois os alimentos além de maior quantidade são também de melhor qualidade.

A apresentação abordará os aspectos levantados ilustrando com dados de pesquisa das diferentes regiões brasileiras quanto ao impacto dos SAFs sobre a fertilidade do solo.

Referências

Azevedo, H.C., Tomazini, A., Pinheiro, P.L., Mendonça, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes sob diferentes sistemas de cultivo no sul capixaba. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2011. v. 1. p. 12-16.

Barreto, P.A.B., Gama-Rodrigues, E.F., Gama-Rodrigues, A.C., Fontes, A.G., Polidoro, J.C., Moço, M.K.S., Machado, R.C.R., Baligar, V.C. Distribution of oxidizable organic C fractions in soils under cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. *Agroforestry Systems* 81, 213-220, 2011.

Cardoso, I.M., Janssen, B.H., Oenema, O., Kuyper, T.W. Phosphorus pools in Oxisols under shaded and unshaded coffee systems on farmers' fields in Brazil. *Agroforestry Systems* 58, 55-64, 2003.

Franco, F.S., Couto, L., Carvalho, A.F., Jucksch, I., Filho, E.I.F., Silva, E., Neto, J.A.A.M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de minas gerais. *Revista Árvore* 26, 751-760, 2002.

Mafongoya, P.L., Giller, K.E., Palm, C.A. Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunings and litter. *Agroforestry Systems* 38, 77-97, 1998.

Maia, S.M.F., Xavier, F.A.S., Oliveira, T.S., Mendonça, E.S., Araújo Filho, J.A. The impact of agroforestry and conventional systems on the soil quality from cearense semi-arid region. *Revista Árvore* 30, 837-848, 2006.



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Maia, S.M.F., Xavier, F.A.S., Oliveira, T.S., Mendonça, E.S., Araújo Filho, J.A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry Systems* 71, 127-138, 2007.

Mendonça, E. S., Leite, L.F.C., Ferreira Neto, P.S. Cultivo do café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. *Revista Árvore*, Viçosa- MG, v. 25, n. 3, p. 375-383, 2001.

Montagnini, F., Nair, P.K.R. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61, 281-295, 2004.

Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 172, 10–23, 2009.

Perez, A.M.M., Jucksch, I., Mendonça, E.S., Costa, L.M. Impactos da implementação de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. *Agropecuária Técnica* 25, 25-36, 2004.

Schoeneberger, M.M. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. *Agroforestry Systems* 75, 27-37, 2009.

Souza, H.N., Cardoso, I.M. Em Busca do Aumento da Sustentabilidade: Sistematização Participativa de Experiências com Sistemas Agroflorestais. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência dos Solos, 30. Anais, Recife. CD-ROM. 2005.

Tiessen, H., Menezes, R.S.C., Salcedo, I.H., Wick, B. Organic matter transformations and soil fertility in a treed pasture in semiarid NE Brazil. *Plant and Soil* 252, 195-205, 2003.

Wick, B., Tiessen, H., Menezes, R.S.C. Land quality changes following the conversion of the natural vegetation into silvo-pastoral systems in semi-arid NE Brazil. *Plant and Soil* 222, 59-70, 2000.

Xavier, F.A.S., Almeida, E.F., Cardoso, I.M., Mendonça, E.S. Soil phosphorus distribution in sequentially extracted fractions in tropical coffee-agroecosystems in the Atlantic Forest biome, Southeastern Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 89, 31-44, 2011.

Young, A. Agroforestry, soil management and sustainability. In: Young A Agroforestry for soil management (Eds). (2ndEd), CAB international, ICRAF: Nairobi. 1997. pp. 1-22