

Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro¹

Soil properties in areas submitted to organic and natural management in highland region of Rio de Janeiro State

Sirgiane Vianna Cardozo²; Marcos Gervasio Pereira^{3*}; Alexandre Ravelli³; Arcângelo Loss³

Resumo

Foram estudadas duas propriedades rurais em Nova Friburgo, RJ, com sistemas alternativos de produção, manejo orgânico e manejo natural do solo. O manejo natural difere do orgânico por não utilizar rotação de culturas e adubação orgânica com dejetos animais. As propriedades rurais apresentam classes de solos distintas, não sendo possível haver uma comparação entre os sistemas de manejo. O estudo teve como objetivo, avaliar o grau de modificação das propriedades edáficas em áreas submetidas aos manejos orgânico e natural. Em cada área foram coletadas amostras de terra sob áreas de cultivo e testemunha. No manejo natural, a testemunha foi uma área em pousio. No manejo orgânico, a testemunha foi uma área de floresta secundária. Os resultados mostraram que os teores de Ca, Ca + Mg, P e pH na área sob manejo natural, foram mais altos e estatisticamente significativos sob cultivo, quando comparados à área testemunha. Para o conteúdo de H + Al, os maiores valores ocorrem na área testemunha, em relação à área de cultivo. No sistema de manejo orgânico foram verificados maiores valores de Ca, Ca + Mg, Na, K e P na área sob cultivo, em todas as profundidades. No entanto, para H + Al e NO₃⁻, os maiores valores foram encontrados na área testemunha. Observou-se uma deterioração das propriedades físicas do solo (DMP e Ds) na área sob manejo natural. Em relação ao manejo orgânico, este beneficiou essas propriedades. As variáveis selecionadas e avaliadas por meio da análise de componentes principais serviu para discriminar as formas de manejo estudadas.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, agricultura natural, olericultura

Abstract

This work was accomplished in Nova Friburgo, highland region of Rio de Janeiro State. It was studied two rural properties whose producers use organic and natural management of the soil. The natural management differs from the organic for not using crop rotation and organic fertilization with animal dejections. The two rural properties present distinct soil classes; therefore, a comparison among the two soil management systems was not possible. The study had as main objective to evaluate the degree of modification of soil properties in areas submitted to organic and natural management. In each area soil samples were collected under crop areas and control. In natural management, the control was a fallow area. In organic management, the control was a secondary forest area. The results showed that in the area under natural crop management levels of Ca, Ca+Mg, P and pH in water were statistically higher, when compared to the control. For H+Al, the highest values occurred in the reference area, when compared to cultivated areas. In the organic management, higher values of Ca, Ca + Mg, Na, K and P were observed in the crop area in all depths. However, for H + Al and NO₃⁻, the higher values were found in the control area. A degradation of the soil physical properties in the area under natural management was indicated by variation in aggregate stability and soil bulk density, but the organic management has benefited those properties. The selected and evaluated variables were capable to discriminate the different management systems studied by the main components analysis.

Key words: Organic agriculture, natural agriculture, vegetable crops

¹ Parte da tese de mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

² Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). E-mail: sirgiane@bol.com.br

³ Docente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – BR465 km 7 – Depto. de Solos, Seropédica-RJ. CEP 23890-000. E-mail: gervasio@ufrj.br

* Autor para correspondência

Introdução

Na atualidade, o uso de tecnologias de produção agrícola, pecuária e florestal inadequadas às particularidades dos ecossistemas, vem promovendo a destruição dos recursos naturais e a contaminação do meio ambiente, onde os rios, os mares, a terra e a atmosfera recebem descargas tóxicas, cujos limites estão chegando a extremos críticos, o que pode conduzir a seqüelas de ordem ecológica com reflexos diretos na organização social, econômica e até mesmo política.

Mediante estes problemas, tornou-se necessário o desenvolvimento de novos modelos para a agricultura mundial, que permitissem melhorar a produtividade sem que houvesse o incremento da aplicação de insumos agroquímicos. Sistemas de produção menos tóxicos atenuam os enormes custos ambientais já conhecidos, reduzem os custos de produção, possibilitando o desenvolvimento de políticas que também ofereçam oportunidades aos pequenos e médios produtores rurais (CARDOZO, 2003).

Sabendo que desenvolvimento agrícola envolve inevitavelmente certo grau de transformação física das paisagens e de artificialização dos ecossistemas, é essencial conceber estratégias que enfatizem métodos e procedimentos que levem a um desenvolvimento ecologicamente sustentável, ou seja, novos formatos tecnológicos compatíveis com a manutenção e recuperação do meio ambiente e a produção de alimentos confiáveis (ALTIERI; NICHOLLS, 2000; GOMES; BORBA, 2000).

Dessa forma, o uso de matéria orgânica, seja esta de origem vegetal ou animal, tem se apresentado como uma forma de manejo alternativo, para os tipos de agricultores de baixa renda, e tem demonstrado promover melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Dentre os diferentes usos da matéria orgânica, podem ser destacados o manejo orgânico e o natural.

A agricultura orgânica surge como uma forma de amenizar esses problemas, já que nesta forma de

cultivo, varias práticas conservacionistas são usadas (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001) e ao mesmo tempo melhora as condições de vida do pequeno e médio agricultor, pois não se tem o plantio de uma única cultura isolada e sim, consórcios, aumentando sua renda e/ou evitando perdas totais da produção ocasionadas por pragas e/ou fenômenos climáticos.

A nível mundial, na atualidade, está ocorrendo um grande incremento e interesse pela agricultura orgânica e seus produtos, cujos sistemas de produção levam em consideração a sustentabilidade ambiental. A agricultura orgânica tem mercado em franca expansão, crescendo ao ano a taxas entre 5% a 50% dependendo do produto e dos países produtores e consumidores. Também tem amplo futuro no mundo globalizado que quer mais saúde e expectativa de vida e os produtos orgânicos diferem dos convencionais não na aparência, mas nos métodos de produção sem pesticidas, com técnicas que elevam a biodiversidade dos agroecossistemas (consorciação, por exemplo), rotação de culturas, preservação do ambiente, reciclagem dos recursos naturais presentes na propriedade, e assim a sustentabilidade global (BELTRÃO, 2002).

Segundo a FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO (1999), Silva (2006) e www.ambientebrasil.com.br, a agricultura orgânica é um sistema de gerenciamento total da produção agrícola com vistas a promover e realçar a saúde do meio ambiente, preservar a biodiversidade, os ciclos e as atividades biológicas do solo. Nesse sentido, enfatiza-se o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural. Isso abrange, sempre que possível, a administração de conhecimentos agrônômicos, biológicos e até mesmo mecânicos. Mas exclui a adoção de substâncias químicas ou outros materiais sintéticos que desempenhem no solo funções estranhas às desempenhadas pelo ecossistema.

À primeira vista, as propostas técnicas da agricultura natural parecem muito semelhantes às da agricultura orgânica, o que invalidaria classificá-

las como vertentes distintas. No entanto, além da origem diversa e dos diferentes motivos subjacentes à criação de ambas, outros aspectos justificam essa separação. O primeiro é que, inicialmente, a agricultura natural não recomendava as rotações de cultura, já que estas não ocorrem espontaneamente na natureza. O segundo motivo é que, mesmo defendendo a reciclagem de matéria orgânica nos processos produtivos, a agricultura natural é bastante reticente em relação ao uso de matéria orgânica de origem animal. De acordo com os seus princípios, os excrementos de animais podem conter impurezas e, em muitos casos, seu uso é desaconselhável (www.gip2000.hpg.ig.com.br/agr_natural.htm).

O município de Nova Friburgo situa-se na Região Serrana Fluminense, a qual é responsável por 83% da produção de oleráceas do Estado, sendo destaque a região de Nova Friburgo. As práticas agrícolas adotadas pela maioria dos produtores rurais dessa região se baseiam na queima dos restos culturais e no uso intensivo de agrotóxicos, com o objetivo de maximizar a produtividade. A longo prazo observa-se a completa degradação ambiental, com o empobrecimento dos solos, maior necessidade de insumos e uso de agrotóxicos para o “controle” de pragas e doenças. Outro problema ambiental decorrente da aplicação dos agrotóxicos, é a contaminação de rios e mananciais d’água.

Devido aos crescentes problemas ambientais verificados na região, em virtude do manejo utilizado, é crescente a adoção de práticas alternativas aos sistemas convencionais de produção agrícola, de maneira a minimizar os problemas ecológicos, econômicos e sociais.

Embora as práticas de ambos os sistemas não sejam novas, a geração de conhecimento científico é recente e devido a isto, existem poucas informações a respeito. A validação entre uma prática e outra requer conhecimentos sobre a influência nas propriedades edáficas.

Visando ampliar esses conhecimentos, esse trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades

edáficas de solos submetidos aos manejos orgânico e natural no município de Nova Friburgo, localizado na região serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Material e Métodos

Meio físico

O município de Nova Friburgo tem uma área total de 938,4 km² (FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO – CIDE, 2000) e se localiza geograficamente a 22°16’55” Latitude Sul, e 42°31’52” Longitude Oeste. Sua altitude varia de 350 a 2300 metros e a cidade está a 850 m acima do nível do mar (CIDE, 1998), apresentando um relevo acidentado, caracterizado por um conjunto de vales de topografia montanhosa, fortemente ondulada e ondulada, com algumas encostas de relevo suave-ondulado, e de vales estreitos. Isto caracteriza uma forte limitação ao manejo agrícola do solo pelos produtores rurais, especialmente ao uso de tração animal e maquinarias, podendo intensificar processos erosivos.

O clima é do tipo Cw de Köppen, caracterizado como temperado, com a temperatura média do mês mais frio inferior a 13°C, podendo ocorrer geadas; e no verão a média pode chegar a 24°C.

Caracterização das Áreas de Estudo

Em Nova Friburgo, Rio de Janeiro, foram selecionadas duas propriedades, situadas na Estrada Mariana – Rio Grande de Cima, km 11,7 e km 16, respectivamente. Nestas propriedades são utilizadas duas formas de manejo diferenciadas para a produção de oleráceas. Uma área com sistema de exploração agrícola natural (Sítio São José e São Jorge), a qual será identificada como área 1, e outra área com sistema de exploração agrícola orgânica (Fazenda Água Branca), a qual será chamada de área 2. Na área 1, o solo foi identificado como Organossolo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999) sendo coletadas amostras na área de produção

de oleráceas. Nesta propriedade foi estabelecida como testemunha uma área em pousio durante 20 anos.

Na segunda propriedade, cujo o solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999), as amostras para avaliação do grau de alteração foram coletadas também em área de produção de oleráceas. Como testemunha foi utilizada uma área de floresta secundária. Ambas as propriedades são certificadas pela Associação dos Agricultores Biológicos – ABIO.

Histórico das Áreas de Estudo

Sítio São José e São Jorge: agricultura natural

A área de produção de oleráceas era, no ano de 1996, predominantemente ocupada por brachiaria. Para a implantação das culturas foi feito um manejo que consistiu em duas arações, sendo a primeira, realizada superficialmente até a profundidade de 10 cm, enquanto a segunda aração foi feita a uma maior profundidade (40 cm), com o auxílio de um trator de baixa potência. Após estas etapas, foi realizada uma gradagem e a matéria orgânica proveniente do corte da brachiaria foi incorporada a uma profundidade de 20 cm.

Paralela à primeira aração, ainda em 1996, foi feita uma aplicação de calcáreo (50 g/m²), fósforo de rocha (150 g/m²), farelo de arroz (300 g/m²), torta de mamona (180 g/m²), farinha de peixe (25 g/m²), fermentados por microrganismos (EM) e melão na proporção de 1:100. Na segunda aração, realizada em 1997, além dos insumos descritos anteriormente, foi aplicado farinha de ostra (50 g/m²). Toda a massa verde proveniente do corte da brachiaria foi incorporada, utilizando-se EM na proporção de 1:100 com a função de acelerar a fermentação da matéria orgânica. Nesta fase, foram feitas as curvas de nível e a montagem dos canteiros. A partir do ano de 1998 nenhuma aração foi mais realizada.

No período de 1998 a 2000 foram aplicadas duas toneladas de calcáreo por hectare, com o objetivo de

corrigir o pH do solo gradativamente, sendo aplicado por ano 667 Kg/ha. Em conjunto à aplicação do calcáreo, os outros insumos descritos anteriormente foram aplicados nas mesmas proporções.

Fazenda Água Branca: agricultura orgânica

Nesta área o manejo orgânico vem sendo adotado a 13 anos. Como fonte de nutrientes, é aplicado no solo torta de mamona (100 g/cova), farinha de osso (100 g/cova), esterco de aviário (500 g/cova, 200 g no plantio e 300 g em 4 aplicações de cobertura). O calcáreo é aplicado a lanço e em torno de cinco toneladas por hectare. A aplicação do fósforo de rocha é realizada sob o esterco, em uma quantidade de aproximadamente de 2 g/planta. Em seguida, todos os compostos são incorporados no solo.

Na parte aérea das plantas é pulverizado bórax (250 g de sulfato de magnésio e 250 g de ácido bórico em 100 litros de água), biofertilizante (1:100), o qual é fornecido pela AGRINATURA e Super Magro (1:100). Como fonte direta de nitrogênio é utilizado uréia, na forma de urina de gado (1:100), com o segundo objetivo de controlar pragas e doenças. Para o controle de possíveis pragas e doenças é utilizado calda sulfocálcica (1:100), calda bordalesa (200 g de cal e 200 g de cobre em 20 litros de água).

Coleta e Preparo das Amostras

Em todas as áreas, foi delimitada uma gleba de aproximadamente um hectare, para a realização das avaliações. Tanto nas áreas sob cultivo (manejo orgânico e natural) como nas áreas testemunhas, foram realizadas coletas de amostras de terra totalizando 5 repetições em cada área, para posterior avaliação das propriedades edáficas do solo.

Para avaliação das propriedades químicas do solo, foram coletadas 5 amostras de terra compostas, formadas por 10 amostras simples, compondo 5 repetições por área, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Em relação às propriedades físicas,

foram coletadas 5 amostras simples em cada área de estudo, sendo apenas nas duas primeiras profundidades (0-5 e 5-10 cm).

As amostras de terra coletadas para avaliar a densidade do solo (Ds) foram obtidas com anel de Kopecky, de volume aproximado de 50 cm³, sendo as amostragens realizadas nas linhas de plantio nas áreas de cultivo e aleatoriamente nas áreas testemunhas. No mesmo local da amostragem para a Ds, foram coletados torrões para análise da estabilidade de agregados. As amostras para a fertilidade do solo foram coletadas com o auxílio de trado holandês, também nas linhas de plantio nas áreas de cultivo e aleatoriamente nas áreas testemunhas.

Métodos Analíticos

Foram realizadas as análises físicas de densidade do solo e estabilidade dos agregados segundo (EMBRAPA, 1997). A caracterização química consistiu na determinação do pH em H₂O, P, Ca⁺², Ca⁺² + Mg⁺², Na⁺¹, K⁺¹ e H + Al (EMBRAPA, 1997). Os teores de nitrogênio total, nitrato e amônio foram determinados segundo Tedesco et al. (1995).

Análises Estatísticas

Cada área foi analisada separadamente, num delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 5 repetições, para cada profundidade. Estes tratamentos consistiram em manejo natural (área sob cultivo e testemunha – pousio) e manejo orgânico (área sob cultivo e testemunha – floresta secundária).

Os resultados, para cada profundidade (0-5, 5-10 e 10-20 cm), para os parâmetros químicos e (0-5 e 5-10 cm), para os físicos foram submetidos ao teste de normalidade (Teste de Lilliefors) e homogeneidade (Bartlett). Em seguida foi realizada à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para realização das análises multivariadas, as variáveis foram selecionadas por profundidade (0 a 5 e 5 a 10 cm) e áreas (manejo orgânico e natural), obtendo-se os parâmetros que apresentaram valores de correlação maiores que 0,8 entre si. Os dados de entrada nestas análises foram padronizados obtendo-se média igual a zero e variância 1,0 (REGAZZI, 2000).

Resultados e Discussão

Propriedades químicas

Área 1 – Agricultura natural

Para todos os nutrientes, os maiores valores médios, nas três profundidades estudadas, foram verificados na área sob cultivo, quando comparados com a área testemunha. Este comportamento pode ser atribuído, em parte, ao tipo de manejo utilizado onde os restos culturais são incorporados superficialmente, o que contribui com a reciclagem dos nutrientes, extraídos pelas culturas anteriores.

Os valores médios de pH observados em ambas as áreas, valores variando de 5,27 a 5,99, sugerem boas condições para a disponibilidade da maioria dos nutrientes. Os maiores valores médios de pH verificados na área sob cultivo são decorrentes das calagens realizadas, onde no intervalo de 1998 a 2000 foram aplicados nessa área duas toneladas de calcário por hectare.

Os teores médios de Ca⁺² e Ca⁺² + Mg⁺² foram estatisticamente maiores na área sob cultivo, nas três profundidades analisadas. Embora os valores naturais de Ca⁺² + Mg⁺², observados na área testemunha sejam elevados, as contínuas aplicações de calcário contribuíram para o aumento do conteúdo desses nutrientes na área sob cultivo, em adicional a prática do “mulching”, realizada na área que diminui as possíveis perdas por lixiviação.

Para o potássio (K), independente dos tratamentos (cultivo e testemunha), os valores médios encontrados corresponderam às classes média e alta (DE-POLLI et al., 1988), variando de 0,14 a 0,28

$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, correspondendo a 54,6 a 109,2 mg kg^{-1} . Os valores médios de K da área sob cultivo quando comparados a área testemunha, sugerem que nem a incorporação dos resíduos culturais, tão pouco a adubação natural parecem ter favorecido seu aumento até a profundidade de 10 cm, já que não foram observadas diferenças estatísticas entre as áreas. Este comportamento diverge do verificado por Roldán et al. (2003), em experimento conduzido na Bacia de Patzcuaro, México, o qual observaram que o uso do manejo sob plantio direto juntamente com uma moderada quantidade de restos de cultura (33%), e espécies leguminosas, contribuíram rapidamente para a melhoria de algumas características de qualidade do solo.

O teor médio de P na área sob cultivo foi três vezes superior ao verificado na área testemunha, apresentando diferenças significativas nas três profundidades avaliadas, indicando que as adubações realizadas e a incorporação dos resíduos favoreceram o aumento dos teores deste nutriente. Embora os teores na área de cultivo sejam superiores em relação à área testemunha, valores médios de 4,66, 3,72 e 3,02 mg kg^{-1} na área de cultivo e 1,54, 1,14 e 1,18 mg kg^{-1} para a área testemunha, respectivamente para cada profundidade analisada, eles foram considerados baixos, segundo De Polli et al. (1988). Apesar das adubações fosfatadas, parece não ter refletido na elevação dos teores de P para níveis adequados para a maioria das culturas.

Os teores de Na não apresentaram diferenças entre as áreas. Para os teores de H + Al, os maiores valores médios ocorreram na área testemunha (20,49, 20,99 e 21,95 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) quando comparada à área de cultivo (4,36, 4,81 e 6,30 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), verificando-se diferenças significativas entre as

áreas nas três profundidades. Os elevados teores de H+Al são decorrentes dos altos teores de carbono orgânico (CARDOZO, 2003) verificado nas áreas. Segundo Tibau (1984), a matéria orgânica é uma fonte de prótons H^+ que tendem a acidificar os solos. Tal acidificação reflete de modo mais acentuado nos valores de acidez extraível que no pH do solo. Trabalhando em áreas de ORGANOSSOLO, sob plantio de mandioca e coco, Mendonça (1999) verificou valores de H + Al variando de 18,4 a 59,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ atribuindo este comportamento ao efeito combinado dos maiores teores de carbono orgânico e alumínio.

Para a área testemunha os menores valores de N total ocorreram na camada de 0-5 cm. Já para a área de cultivo, os menores valores foram verificados na camada de 5-10 cm. Este comportamento verificado para a área de cultivo, provavelmente deve-se à maior adição de resíduos culturais na camada de 0-5 cm.

Dentre as formas inorgânicas de nitrogênio estudadas (NO_3^- e NH_4^+), constata-se predomínio da primeira em detrimento à forma amoniacal. Na área testemunha, os valores de nitrato variaram entre 1,0 a 1,5 g kg^{-1} . Para a área de cultivo, os valores oscilaram entre 0,4 a 0,6 g kg^{-1} . Tanto na área de cultivo, quanto na área testemunha, os maiores valores médios de nitrato foram verificados na camada de 5-10 cm. Quanto aos teores de amônio, o maior valor médio foi verificado na área testemunha na camada de 0-5 cm, sendo reduzido o teor deste elemento para a área de cultivo, na camada superficial. Uma possível explicação para este comportamento pode ser decorrente da maior mobilização desta camada favorecendo a oxidação de NH_4^+ , contribuindo desta forma, com o aumento dos teores de NO_3^- .

Tabela 1. Valores médios¹ dos atributos químicos do solo nas diferentes áreas sob manejo natural.

| Áreas | Propriedades químicas | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|--------|---------|------------------------------------|--------|---------|------------------------------|---------|------------------------------|--------|
| | pH | Ca | Ca + Mg | Na | K | H + Al | NO ₃ ⁻ | N total | NH ₄ ⁺ | P |
| | | | | cmol _c kg ⁻¹ | | | g kg ⁻¹ | | mg kg ⁻¹ | |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 5,86 A | 8,62 A | 10,40 A | 0,05 A | 0,28 A | 4,36 B | 0,6 A | 3,4 A | 0,0 B | 4,66 B |
| 2 | 5,32 B | 4,86 B | 7,96 B | 0,07 A | 0,24 A | 20,49 A | 1,0 A | 4,0 A | 0,7 A | 1,54 B |
| 5 a 10 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 5,99 A | 8,32 A | 10,02 A | 0,06 A | 0,22 A | 4,81 B | 1,0 B | 2,2 B | 0,6 A | 3,72 A |
| 2 | 5,27 B | 4,98 B | 7,40 B | 0,07 A | 0,17 A | 20,99 A | 1,5 A | 4,7 A | 0,3 B | 1,14 B |
| 10 a 20 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 5,82 A | 7,02 A | 8,96 A | 0,06 A | 0,22 A | 6,30 B | 0,4 B | 3,5 A | 0,4 A | 3,02 A |
| 2 | 5,41 B | 4,30 B | 6,48 B | 0,06 A | 0,14 B | 21,95 B | 1,3 A | 4,7 A | 0,3 A | 1,18 B |

¹ Médias de cinco repetições. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. 1=cultivo (manejo natural), 2=testemunha (área em pousio por 20 anos).

Área 2 – Agricultura orgânica

Assim como na área submetida ao manejo natural do solo, os maiores valores observados para a maioria dos nutrientes estudados ocorreram na área de cultivo, diferindo significativamente da área de floresta secundária. Este comportamento pode ser atribuído à constante reposição de insumos orgânicos no solo, como esterco de aviário, calda bordalesa, calda sulfocálcica, dentre outros.

A faixa média de pH observada em ambas as áreas (cultivo e testemunha), variou entre 4,35 a 5,09 na área de cultivo e, 4,15 a 4,54 na área testemunha, sendo constatados maiores valores médios para a área sob cultivo, nas profundidades de 5 a 10 e 10 a 20 cm. Este comportamento é decorrente dos maiores teores de bases encontrados na área sob cultivo e a forma de manejo (orgânico) que está beneficiando o aumento do pH quando comparado à área testemunha.

Estudando as alterações químicas de um Latossolo Vermelho sob mata nativa e sistemas de produção orgânico, em conversão e convencional do cafeeiro no Sul de MG, Theodoro et al. (2003) observaram maiores valores médios de pH para os sistemas orgânicos (6,78) e em conversão (6,08) do que para mata nativa (5,15) e convencional (5,40) na profundidade de 0 a 20 cm.

Os teores médios de cálcio (Ca⁺²) e cálcio + magnésio (Ca⁺² + Mg⁺²), estiveram entre 2,66 a 3,06 cmol_c kg⁻¹ para Ca⁺² e, 3,68 a 4,18 cmol_c kg⁻¹ para Ca⁺² + Mg⁺², para a área de cultivo e, 0,20 a 0,24 cmol_c kg⁻¹ para Ca⁺² e, 0,45 a 0,78 cmol_c kg⁻¹ para Ca⁺² + Mg⁺² na área de floresta secundária. Os maiores valores médios destes nutrientes na área de cultivo são decorrentes das adubações realizadas.

Focchi et al. (2004), avaliando o efeito de duas formas de manejo, convencional e orgânica, em pomares e viveiros de citros, nas comunidades de fungos micorrízicos arbusculares, comparadas com solo de mata nativa, encontraram para a fertilidade média do solo, na profundidade de 0 a 10 cm, maiores valores de cálcio e magnésio no manejo orgânico, seguido do manejo convencional, e ambos maiores que mata nativa.

Para o potássio (K), os valores variaram entre 0,33 a 0,49 cmol_c kg⁻¹, correspondendo a 128,7 a 191,1 mg kg⁻¹ na área de cultivo, e 0,12 a 0,16 cmol_c kg⁻¹, correspondendo a 46,8 a 62,4 mg kg⁻¹ na área de floresta secundária. Segundo De Polli et al. (1988), os resultados da área de cultivo podem ser considerados altos nas três profundidades, diferindo estaticamente da área testemunha. Os valores médios de K e Na foram todos maiores na área sob cultivo, nas três profundidades. Estes resultados são corroborados por Theodoro et al.

(2001), que avaliaram as propriedades químicas de um LATOSSOLO VERMELHO sob mata nativa e sistemas de produção orgânico, em conversão e convencional do cafeeiro no Sul de MG, e verificaram maiores valores na área sob manejo orgânico para a profundidade de 0 a 20 cm.

Os teores médios de fósforo (P) variaram de 2,2 a 2,8 mg kg⁻¹ na área de cultivo, e 0,1 a 0,12 mg kg⁻¹ na área de floresta secundária, sendo estatisticamente maior na área de cultivo orgânico. Em ambas as áreas os teores de P foram considerados como baixos (valores inferiores a 10 mg kg⁻¹) segundo De-Polli et al. (1988). Theodoro et al. (2003) também observaram maiores valores médios de P para o sistema orgânico do que para mata nativa na profundidade de 0 a 20 cm.

Estudando o manejo orgânico da cultura da couve em rotação com o milho, consorciados com leguminosas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Silva (2006) verificou aumento dos macronutrientes em decorrência da adubação orgânica utilizada. Neste estudo, com exceção do P, também observou-se maiores valores médios desse nutriente na área sob cultivo.

Em relação aos teores de H + Al, os maiores valores médios foram observados na área de floresta secundária, variando entre 12,34 a 14,32 cmol_c kg⁻¹ quando comparados a área de cultivo, valores entre 9,97 a 10,36 cmol_c kg⁻¹, sendo verificadas diferenças significativas entre as duas áreas. Tais valores mais elevados na área testemunha possivelmente devam-se à contribuição da serapilheira, adicionando material orgânico ao solo e favorecendo o aumento dos teores de H + Al. Comportamento similar a este foi encontrado por Theodoro et al. (2001). Os autores observaram que a mata nativa apresentou, na média das duas profundidades analisadas (0 a 20 e 20 a 40 cm), o maior valor de H + Al (5,67 cmol_c kg⁻¹) e a área sob manejo orgânico apresentou o menor (2,13 cmol_c kg⁻¹).

Os teores médios de N total variaram de 5,8 a 7,0 g kg⁻¹, para a área de floresta secundária. No entanto não foi verificada diferença significativa entre esta e a área de cultivo, cujos valores variaram de 4,2 a 4,7 g kg⁻¹. Quanto às formas inorgânicas, os teores de NO₃⁻ apresentaram diferença significativa entre as áreas nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, destacando-se a área sob floresta secundária com os maiores valores médios, enquanto para a forma amoniacal, não foram constatadas diferenças significativas entre as áreas.

Tabela 2. Valores médios¹ dos atributos químicos do solo nas diferentes áreas sob manejo orgânico.

| Áreas | Propriedades químicas | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|--------|---------|------------------------------------|--------|---------|------------------------------|---------|------------------------------|--------|
| | pH | Ca | Ca + Mg | Na | K | H + Al | NO ₃ ⁻ | N total | NH ₄ ⁺ | P |
| | | | | cmol _c kg ⁻¹ | | | g kg ⁻¹ | | mg kg ⁻¹ | |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 5,09 A | 3,04 A | 4,14 A | 0,02 A | 0,42 A | 9,97 B | 0,7 B | 4,7 A | 1,2 A | 2,8 A |
| 2 | 4,54 A | 0,24 B | 0,78 B | 0,002 B | 0,16 B | 14,32 A | 1,9 A | 5,8 A | 1,0 A | 0,12 B |
| 5 a 10 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 5,03 A | 3,06 A | 4,18 A | 0,03 A | 0,49 A | 9,9 B | 0,7 B | 4,5 A | 1,2 A | 2,8 A |
| 2 | 4,35 B | 0,20 B | 0,56 B | 0,004 B | 0,13 B | 12,67 A | 1,4 A | 7,0 A | 1,5 A | 0,12 B |
| 10 a 20 cm | | | | | | | | | | |
| 1 | 4,82 A | 2,66 A | 3,68 A | 0,03 A | 0,33 A | 10,36 B | 0,6 A | 4,2 A | 0,9 A | 2,2 A |
| 2 | 4,15 B | 0,20 B | 0,45 B | 0,008 B | 0,12 B | 12,34 A | 0,1 A | 6,5 A | 1,3 A | 0,10 B |

¹Médias de cinco repetições. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. 1=Cultivo (manejo orgânico), 2=Testemunha (floresta secundária).

Propriedades Físicas

Os resultados das propriedades físicas, densidade do solo (Ds) e diâmetro médio ponderado dos agregados – DMP, nas camadas 0-5 cm, 5-10 cm, encontram-se na Tabela 3 para as duas formas de manejo analisadas. Para as duas profundidades avaliadas, no manejo natural, os valores médios de Ds foram significativamente maiores na área de cultivo (0,83 e 0,84 Mg m⁻³) quando comparado à área testemunha (0,64 a 0,59 Mg m⁻³).

Concordantes com os resultados de Ds, os valores de DMP foram significativamente menores na área de cultivo nas duas profundidades (3,36 e 3,42 mm) quando comparados à área testemunha (4,09 a 4,10 mm). Este comportamento é corroborado pelos resultados obtidos por Lombardi-Neto (1994).

Estudando diferentes sistemas de preparo do solo no plantio de oleráceas, em Paty do Alferes (RJ), Pinheiro (2002) verificou que os maiores índices de agregação, avaliados através do DMP e do DMG, foram observados no sistema de cultivo mínimo, onde é realizado um menor número de operações no preparo do solo e maior adição de restos culturais.

Demonstrando o efeito da matéria orgânica, e em especial da cobertura viva na agregação, Perin (2001), verificou que as áreas sob este tipo de cobertura foram as que apresentaram os maiores índices de agregação, em especial na camada de 0-5 cm de profundidade.

Os maiores valores de Ds e menores valores de DMP, observados na área de cultivo de oleráceas, indicam que o manejo empregado, que consiste na manutenção e incorporação dos restos de cultura, com o auxílio de um trator de pequeno porte

(tobata), parece estar contribuindo para a redução da agregação e conseqüentemente aumento da densidade do solo quando comparado com a área testemunha.

Para a área sob manejo orgânico, observa-se comportamento diferente do verificado na área sob manejo natural, sendo o menor valor médio de Ds verificado para 0 a 5 cm (0,72 Mg m⁻³) e estatisticamente igual para 5 a 10 cm (0,82 Mg m⁻³) e, maiores valores médios de DMP nas duas profundidades (3,960 e 3,800 mm), encontrados na área de cultivo quando comparado a área testemunha, demonstram que o manejo orgânico está beneficiando as propriedades físicas do solo.

Comportamento diferente ao deste estudo foi observado por Theodoro et al. (2003), onde os autores encontraram para a área de mata nativa a maior estabilidade de agregados, representada pelo peso dos agregados maior que 2,00 mm e para Ds, não foram verificadas diferenças entre os sistemas de manejo.

Segundo Pinheiro (2002), a ação do sistema radicular a união dos agregados e a deposição contínua de material orgânico em superfície e em subsuperfície parecem ser os principais fatores para a melhoria na agregação do solo.

Estudando diferentes sistemas de preparo de solo para oleráceas em ambiente de “mar de morro”, Pinheiro (2002) e Turetta (2000) verificaram que aqueles onde houve menor intensidade nas práticas de cultivo e maior taxa de adição de material orgânico, seja pela adoção do cultivo mínimo ou pela manutenção dos restos culturais, foram os que proporcionaram os maiores valores de DMP e menores valores de densidade do solo.

Tabela 3. Propriedades físicas¹ nos diferentes tratamentos nas áreas sob manejo orgânico e natural.

| Propriedades | Manejo natural | | Manejo orgânico | |
|--------------------------|----------------|------------------|-----------------|---------|
| | Testemunha | Cultivo | Testemunha | Cultivo |
| | | 0 a 5 cm | | |
| DMP (mm) | 4,09A | 3,36B | 2,09B | 3,96A |
| Ds (Mg m ⁻³) | 0,64B | 0,83A | 0,93A | 0,72B |
| | | 5 a 10 cm | | |
| DMP (mm) | 4,10A | 3,42B | 1,98B | 3,8A |
| Ds (Mg m ⁻³) | 0,59B | 0,84A | 0,96A | 0,82A |

¹Médias de cinco repetições. Valores com a mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, para cada forma de manejo.

Análise de Componentes Principais

A partir das observações feitas na distribuição dos atributos químicos e físicos do solo sob os diferentes manejos pela análise de componentes principais (ACP), observou-se que algumas propriedades apresentam comportamento distinto em relação às demais. Na Figura 1 apresenta-se a distribuição das

variáveis selecionadas (propriedades químicas e físicas do solo) pela ACP, com variância acumulada de 91,87 % para os eixos F1 e F2. A influência de cada variável nos respectivos eixos é observada pela relação com ambos, destacando-se para correlação com o eixo F1 (abscissas) os teores de N, Ca, Ca + Mg e pH (nas duas profundidades) e para o eixo F2 (ordenadas), P, K e H + Al (nas duas camadas avaliadas).

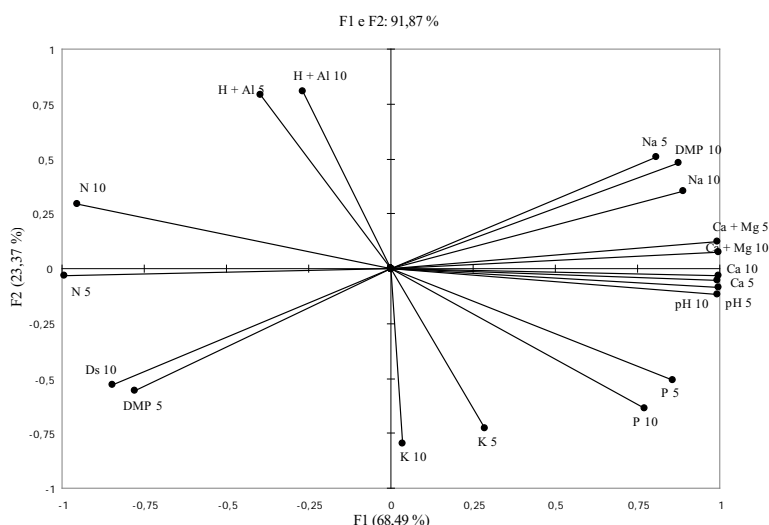


Figura 1. Distribuição das variáveis estudadas pela análise de componentes principais (ACP) das áreas sob manejo orgânico e natural. 5 – profundidade de 0 a 5 cm; 10 – profundidade de 5 a 10 cm.

Diante da dispersão dos valores referentes aos escores dos fatores nos eixos F1 e F2 para os diferentes manejos (orgânico (O) e natural (N)), observa-se que a ordenação das áreas (cultivo e testemunha) reflete alguns comportamentos específicos que pode ser atribuído à variância dos dados, principalmente na área testemunha (manejo orgânico) sendo influenciado pelos teores de N.

Já na área sob cultivo (manejo natural), tem-se os valores de pH e Ca (Figura 2). Estes resultados são semelhantes aos verificados por Theodoro et al. (2003), onde os autores, através da ACP, verificaram que as características de fertilidade do solo na camada superficial foram as que mais se diferenciaram e puderam separar as formas de manejo.

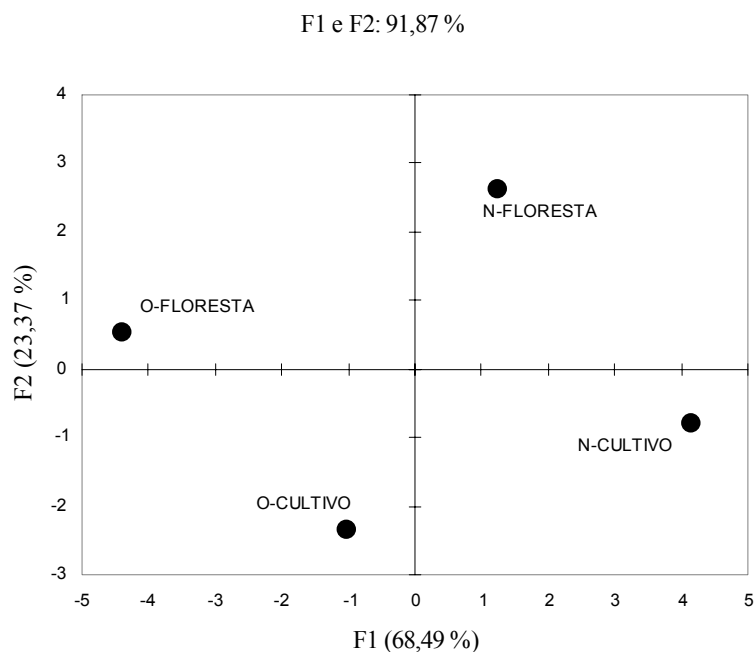


Figura 2. Dispersão dos escores dos fatores 1 e 2 da ACP das áreas sob manejo natural e orgânico. O – manejo orgânico; N – manejo natural

Ainda diante da possibilidade de utilização das variáveis selecionadas para distinção das áreas, fez-se uso da análise de agrupamento hierárquico objetivando avaliar a similaridade por meio de um dendograma de ordenação. Observa-se que os tratamentos selecionados (Cultivo e testemunha)

foram agrupados de acordo com o manejo, apresentando duas classes iniciais de similaridade. Numa segunda observação verifica-se que as duas formas de manejo são agrupadas, mostrando que o comportamento dos dois manejos sobre as propriedades edáficas é similar (Figura 3).

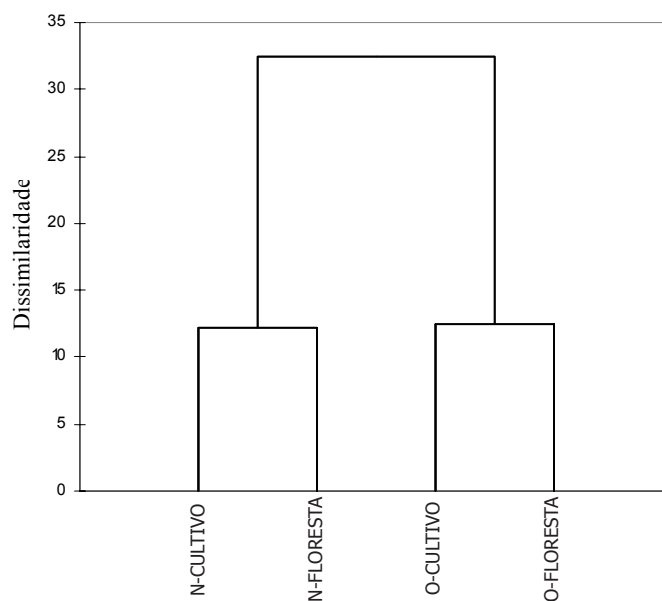


Figura 3. Dendograma obtido pelo Método de UPGA (agrupamento pareado igualmente ponderado), utilizando-se a Dissimilaridade de Pearson como medida de similaridade das áreas sob manejo orgânico e natural. O – manejo orgânico; N – manejo natural.

Conclusões

Mediante análise dos resultados obtidos verifica-se, que apesar das duas áreas possuírem solos distintos, as diferentes formas de manejo (orgânico e natural) contribuíram para a melhoria e/ou manutenção das suas propriedades químicas. Em relação às propriedades físicas, observa-se uma deterioração, provavelmente pela forma de preparo do solo, que ocasionou modificações na agregação e na densidade, na área sob manejo natural. Já para área sob manejo orgânico, observou-se melhoria das propriedades físicas estudadas em relação à área testemunha, principalmente na camada superficial do solo.

Dentre os diferentes atributos de solo, a densidade do solo e a estabilidade dos agregados parecem ter sido mais eficientes como potenciais indicadores de sua qualidade. No entanto, sugere-se que sejam realizados estudos para identificação de indicadores de qualidade do solo, em especial em áreas de produção de oleráceas e em sistemas de produção agroecológicos.

As propriedades químicas e físicas selecionadas através de correlação de Pearson e avaliadas por meio da análise de componentes principais serviram para separar as formas de manejo estudadas e mostrar a maior influência do manejo adotado nas propriedades químicas quando comparado às físicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CPGA-CS/UFRRJ e a CAPES.

Referências

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. *Agroecologia: teoria prática para uma agricultura sustentável*. México DF: PNUMA, 2000. Cap. 2, 4, p. (Série Textos Básicos para La Formación Ambiental).

AMBIENTE BRASIL. *Agricultura Orgânica*. Disponível em: <www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agropecuario/index.html&conteudo=./agropecuario/agrinatural.html>. Acesso em: 15 mar. 2007.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CARDOZO, S. V. *Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro*. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO – CIDE. *IQM: índice de qualidade dos municípios – Verde*. Rio de Janeiro: CIDE, 2000.

_____. *IQM: índice de qualidade dos municípios*. Rio de Janeiro: CIDE, 1998.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, L. D.; SANTOS, G. A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALER, R. C. *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.

_____. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *The state of food insecurity in the world*. 1999. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 10 mar. 2007.

FOCCHI, S. S.; SOGLIO, F. K. D.; CARRENHO, R.; SOUZA, P. V. D.; LOVATO, P. E. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de citros sob manejo convencional e orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 5, p. 469-476, 2004.

GOMES, J. C. C.; BORBA, M. F. S. A moderna crise dos alimentos: oportunidade para a Agricultura Familiar? *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 52–68, jul./set. 2000.

LOMBARDI-NETO, F. Práticas de manejo e conservação do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., Florianópolis, 1994. *Resumos...* Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p. 111-119.

MENDONÇA, M. M. *Diagnóstico de propriedades edáficas em áreas agrícolas e de floresta com elevado teor de matéria orgânica no município do Rio de Janeiro*. 1999. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências

- do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- PERIN, A. *Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo*. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- PIGGOTT, S. *Agricultura Natural*. Disponível em: <www.gip2000.hpg.ig.com.br/agr_natural.htm>. Acesso em: 15 mar. 2007.
- PINHEIRO, E. F. M. *Frações orgânicas e agregação em latossolo em função de sistemas de preparo do solo de oleráceas em Paty do Alferes, RJ*. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- REGAZZI, A. J. *Análise multivariada, notas de aula INF 766*. Viçosa: Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, 2000. v. 2.
- ROLDÁN, A.; CARAVACA, F.; HERNÁNDEZ, M. T.; GARCÍA, C.; SÁNCHEZ-BRITO, C.; VELÁSQUEZ, M.; TISCAREÑO, M. No-Tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). *Soil & Tillage Research*, Oxford, v. 1786, n. 1, p. 1-9, 2003.
- SILVA, E. E. *Manejo orgânico da cultura da couve em rotação com o milho, consorciados com leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto*. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análises de solo, plantas e outros minerais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho (VE) sob mata nativa e sistemas de produção orgânico, em conversão e convencional do cafeeiro na região Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. *Resumos...* Vitória: EMBRAPA/MAA, 2001. p. 174-175.
- 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*, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1039-1047, 2003.
- TIBAU, A. O. *Matéria orgânica do solo: matéria orgânica e fertilidade do solo*. São Paulo: Nobel, 1984.
- TURETTA, A. P. D. *Alterações edáficas em função do manejo agrícola de oleráceas em latossolo vermelho no bioma mata atlântica – Paty do Alferes, RJ*. 2000. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

