

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE LAVOURAS DE CAFEIEIRO CONILON SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATOS CULTURAIS NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

CHEMICAL SOIL ATTRIBUTES AND PRODUCTIVITY OF CROPS OF CONILON COFFEE SUBMITTED THE DIFFERENT MANAGEMENT IN THE SOUTH OF THE ESPÍRITO SANTO STATE

Teóphilo André Maretto EFFGEN¹; Renato Ribeiro PASSOS²; Julião Soares de Souza LIMA²; Elias Nascentes BORGES³; Maria Christina Junger Delôgo DARDENGO⁴; Edvaldo Fialho dos REIS²

1. Doutorando em Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. effgen@uenf.br; 2. Professor Adjunto, Doutor, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil; 3. Professor Adjunto, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil; 4. Professora, Mestre, Escola Agrotécnica Federal de Alegre, Alegre, ES, Brasil.

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar, em diferentes sítios de amostragem, os atributos químicos de solos cultivados com lavouras cafeeiras sob distintos tratos. Foram realizadas amostragens nas profundidades de 0,00 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m na parte superior da projeção da “saia” do cafeeiro, em relação ao sentido de declive do terreno. Utilizaram-se, para o estudo, lavouras representativas da região Sul do Estado Espírito Santo. A adubação e a calagem promoveram melhorias nas propriedades químicas do solo sob trato M1 (irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café). Os teores de fósforo e potássio do solo não sofreram influência do sítio de amostragem, sendo afetados somente pelos tratos culturais empregados nas lavouras cafeeiras. Independente do sítio de amostragem, trato cultural e profundidade de avaliação, os teores de cálcio e magnésio no solo encontraram-se abaixo do considerado adequado para o café conilon, indicando a necessidade da utilização da prática da calagem. O retorno da palha de café à lavoura sob trato M1 contribuiu para o aumento do teor de COT e da CTC na profundidade de 0,00 - 0,20 m do solo. A maior produtividade do cafeeiro foi observada no trato cultural M1 e no terço superior. Os resultados apresentados refletem a importância da análise de solo para a avaliação das condições químicas do solo sob cultivo do cafeeiro conilon.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo. Manejo do solo. Café. *Coffea canephora*.

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas do Estado do Espírito Santo, tendo enorme importância no cenário econômico. O Estado é hoje considerado o maior produtor nacional de café conilon, contudo a maioria das lavouras encontram-se em propriedades de solos ácidos e de baixa fertilidade (MATIELLO, 1998). Assim, a utilização de práticas e manejos adequados ao cafeeiro conilon são importantes para potencializar a produção no Estado.

A cafeicultura e as atividades dela resultantes geram, nos variados setores, divisas e empregos de forma significativa. Fixa o homem ao campo, promove melhor a interiorização e contribui para o desenvolvimento econômico e social nas propriedades, regiões e país. No Espírito Santo, a produção do café conilon ocorre, em sua maioria, em propriedades de agricultura familiar (MATIELLO, 1998), estando hoje presente em mais

de 35 mil propriedades do Estado (FERRÃO et al., 2004).

No Sul do Estado, é crescente a implantação de lavouras cafeeiras, principalmente nos últimos anos, substituindo cultivos antigos de cafés e/ou em áreas que antes eram usadas principalmente para pastagem. Essas áreas, em sua maioria, são de baixa fertilidade, que aliada à exportação de nutrientes, por meio das colheitas e manejos inadequados, torna a reposição de nutrientes uma necessidade para a cafeicultura. Contudo, o elevado preço dos corretivos e fertilizantes exige que as práticas de manejo da lavoura sejam usadas de forma eficiente para que ocorra a sua máxima otimização. Os diferentes tipos de manejos, usos de corretivos e fertilizantes podem promover alterações significativas sobre os atributos químicos dos solos cultivados com lavouras cafeeiras no Sul do Estado.

Este trabalho objetivou avaliar, em diferentes posições de amostragem, os atributos químicos de solos e a produtividade de lavouras

cafeeiras cultivadas sob distintos manejos de solo no Sul do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução dos trabalhos, foram selecionadas, no ano agrícola de 2004 - 2005, três lavouras de café representativas da região, de sete a oito anos de implantação, submetidas a diferentes tratamentos culturais, em condição de relevo forte ondulado (EMBRAPA, 1999), localizadas no município de Jerônimo Monteiro, nas coordenadas 20° 47' 25" S e 41° 23' 48" W, com altitude entre 120 m, situadas na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim no Sul do Estado do Espírito Santo. A espécie de café cultivada foi o café conilon (*Coffea canephora* Pierre), proveniente de mudas clonais.

O clima classificado, segundo a classificação de Köppen, como sendo do tipo Aw, com estação seca no inverno e verão quente e chuvoso com temperatura média anual de 26°C. A precipitação no ano agrícola 2004 - 2005 foi de 1723 mm, sendo sua distribuição de forma irregular.

Os solos em que as três lavouras de café estavam implantadas foram classificados, segundo EMBRAPA (1999), como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa.

As lavouras cafeeiras distinguiram quanto ao trato cultural aplicado (M1, M2 e M3). Dentro de cada trato cultural foram locados, ao longo do declive do terreno, três sítios de amostragem (TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior), sendo consideradas regiões exportadoras de materiais.

A área onde estava implantada a lavoura sob trato cultural M1 foi utilizada anteriormente para a atividade de pastagem durante 20 anos, sendo o café conilon implantado no ano de 1998, com espaçamento de 1,50 x 2,50 m. A capina manual foi realizada até o ano de 2002, sendo feita duas capinas por ano, posteriormente passou-se a adotar roçadas (duas por ano). No ano de 2001, foi implantado o sistema de irrigação por gotejamento, sendo utilizado até hoje. A calagem foi realizada a cada dois anos, sendo a última realizada após a colheita do ano agrícola 2002-2003. A adubação parcelada em duas vezes por ano e realizada utilizando formulados com NPK, sendo o 25 - 5 - 20 o mais utilizado. O retorno da palha de café para a lavoura foi feito após o seu beneficiamento na propriedade, sendo distribuída alternadamente, ou seja, em um ano foi distribuída de cima para baixo e no outro ano, de baixo para cima, devido a palha do café beneficiado na propriedade não ser o suficiente para ser distribuída como num todo. Após a colheita do

ano agrícola 2003-2004, a palha do café foi distribuída de cima para baixo na lavoura. Nesse ano também foi realizada a poda da lavoura de café conilon. A declividade da lavoura no TS é de 22%, no TM é de 26% e no TI é de 35%.

A área onde estava implantada a lavoura sob trato cultural M2 foi utilizada anteriormente para o cultivo de citros por 8 anos, sendo o café conilon implantado no ano de 1999, com espaçamento de 1,60 x 2,30 m. A capina manual foi realizada de duas a três vezes por ano, e uma roçada por ano. Foi feita a calagem na cova durante o plantio, sendo que posteriormente não se utilizou mais a calagem. A adubação foi parcelada em duas vezes por ano, e realizada utilizando adubos à base de uréia e KCl, sendo o fósforo aplicado somente durante o plantio. A poda do café conilon começou a ser realizada no ano de 2003. A declividade da lavoura no TS é de 24%, no TM é de 28% e no TI é de 30%.

A área onde estava implantada a lavoura sob trato cultural M3 foi utilizada anteriormente para pastagem durante 22 anos, sendo o café conilon implantado no ano de 1998, com espaçamento de 1,50 x 2,60 m. A capina manual foi feita de três a quatro vezes por ano, e as roçadas duas vezes por ano. No plantio, foi feita calagem a lanço na superfície do terreno, sendo que posteriormente não se utilizou mais a calagem. Não se faz adubação nesta área. Não se realizou poda na lavoura cafeeira. A declividade da lavoura no TS é de 28%, no TM é de 30% e no TI é de 41%.

As amostragens de solo para avaliação dos atributos químicos foram realizadas entre os dias 09 de fevereiro e 06 de março de 2005. Para tal, foram retiradas amostras utilizando trado do tipo holandês, nas profundidades de 0,00 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m, na parte superior da projeção da "saia" do cafeeiro, em relação ao sentido de declive do terreno. Dentro de cada trato cultural foram avaliados três sítios de amostragem (TS, TM e TI), ao longo do declive. Foram feitas cinco repetições em cada sítio de amostragem e profundidade.

Os atributos químicos do solo foram analisados nos laboratórios do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), sendo avaliados os seguintes atributos: pH (solo:água 1:2,5); P e K (extrator Mehlich-1); Ca, Mg e Al (extrator KCl 1 mol L⁻¹); H + Al (extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹); e CTC potencial e saturação por bases (V) segundo metodologia proposta por EMBRAPA (1997); e carbono orgânico total (COT) por oxidação da matéria orgânica via úmida, utilizando-se a solução de K₂Cr₂O₇ 0,167 mol L⁻¹ em meio ácido (YEOMANS; BREMNER, 1988). Posteriormente,

nos pontos onde foram realizadas as amostragens de solo, realizou-se a colheita do café, obtendo a produtividade do café conilon em kg de café cereja por planta colhida.

Os atributos químicos do solo e a produtividade das lavouras cafeeiras foram analisados considerando-se o delineamento inteiramente casualizado distribuído em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tipos de manejos adotados (M1, M2 e M3) e nas subparcelas as posições de amostragem (TS, TM e TI), com cinco repetições, nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40m do solo.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" e posteriormente foi aplicado o teste de Tukey a 5%, para comparação entre as médias por meio do software SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH em água (pH), alumínio trocável (Al), acidez potencial (H + Al), saturação por bases (V) e CTC potencial (CTC).

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios para os atributos químicos do solo: pH em água, alumínio trocável, acidez potencial e saturação por bases, nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m. Como esperado, os menores valores de pH ocorreram em M1 e M2, em ambas as profundidades. O uso de adubos minerais, sem promover calagens adequadas, pode ter acarretado maior acidificação do solo, o que é corroborado por Theodoro et al. (2003) e Guarçoni M. et al. (2005).

Também se verifica que mesmo sendo realizada a calagem (Tabela 1) em M1, esta não foi suficiente para corrigir o pH na profundidade de 0,20 - 0,40 m, o que é corroborado por Borges e Furlani Júnior (2003) onde verificaram que a aplicação de calcário a lanço não permitiu a correção adequada do pH em profundidade. Os mesmos autores sugerem a utilização da calagem em associação com gesso para melhor correção do pH, pois o gesso auxiliaria na movimentação do cálcio. Franchini et al. (2001) relatam a importância de resíduos vegetais para ajudar na movimentação do cálcio em profundidade.

Sabe-se que, quando o pH atinge valores acima de 5,5, praticamente todo o alumínio fica precipitado, não oferecendo toxidez às plantas. Como foi observado neste trabalho (Tabela 1), no TM do solo sob M3 e no TI do solo sob M1 e M3, na profundidade de 0,00 - 0,20 m, como também nos TM e TI do solo sob M3, na profundidade de 0,20 - 0,40 m, os valores de pH estão acima de 5,5.

Assim, nesses locais, os níveis de Al disponível no solo são iguais a zero, e os valores de pH encontram-se dentro da faixa ideal para o cultivo de café, de acordo com Matiello et al. (2002). Percebe-se também que os valores de Al diminuem à medida que os valores de pH se elevam. Comportamento semelhante foi observado por Theodoro et al. (2003) independentemente do trato cultural e/ou sítio de amostragem.

Segundo Dadalto e Fullin (2001) teores de Al até $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ são considerados baixos para os solos no Espírito Santo. Pelos dados apresentados na Tabela 1 nota-se, à exceção do TI do M1 na profundidade de 0,00 - 0,20 m, e do TM e TI do M3 na profundidade de 0,00 - 0,20 m e de todos os sítios de amostragem na profundidade de 0,20 - 0,40 m, que os teores de Al estão acima de $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Elevados valores de Al podem ser atribuídos à perda de bases, que podem estar ocorrendo através do processo erosivo do solo e da lixiviação, como também à maior acidificação do solo nesses locais.

Pela Tabela 1 nota-se ainda que, os valores de H + Al, na profundidade de 0,00 - 0,20 m, para o TS de M1, M2 e M3, e o TM do M2, como também na profundidade de 0,20 - 0,40 m do solo, para todas as posições de amostragem do manejo M1, são considerados elevados para os solos, segundo Dadalto e Fullin (2001).

Com exceção do TM e TI do trato M2, independente do sítio de amostragem e/ou trato cultural adotado, percebe-se que a saturação de bases (V) diminuiu com a profundidade (Tabela 1). Os valores de V observados, em ambas as profundidades, para M1, M2 e M3 e TS, TM e TI, de acordo com Dadalto e Fullin (2001), são considerados baixos ou muito baixos. Santos et al. (2004b) ao avaliarem 57 amostras de solo de lavouras de café conilon no Norte do Espírito Santo, observaram que 14,03 e 35,08% das amostras avaliadas apresentaram valores de V, respectivamente, muito baixo e baixo.

Os reduzidos valores encontrados para V podem ser decorridos pelas perdas de bases do solo, por meio do processo erosivo, da lixiviação e/ou devido à absorção dessas bases pelas plantas. O processo de acidificação do solo também pode contribuir para a redução dos valores de V, passando o hidrogênio e alumínio a ocupar os pontos de troca da CTC, que antes eram ocupados pelas bases. Em decorrência disso, verifica-se, na Tabela 1, que os locais onde ocorrem os menores valores de V, principalmente no M2, também se observaram os maiores teores de Al, H + Al e menores valores de pH.

Tabela 1. Valores médios de pH em água, alumínio trocável (Al), acidez potencial (H + Al) e saturação por base (V), nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem ⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | Profundidade 0,00 - 0,20 m | | | Profundidade 0,20 - 0,40 m | | |
|--|-------------------------------------|----------|---------|----------------------------|---------|----------|
| | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | | Sítios de amostragem | | |
| | TS | TM | TI | TS | TM | TI |
| -----pH----- | | | | | | |
| M1 | 4,7 Ba | 4,5 Bb | 5,6 Aa | 4,2 ABb | 3,9 Bc | 4,4 Ab |
| M2 | 4,6 ABa | 4,3 Bb | 4,7 Ab | 4,5 Aab | 4,4 Ab | 4,7 Ab |
| M3 | 4,9 Ba | 5,9 Aa | 5,8 Aa | 4,8 Ba | 5,7 Aa | 5,8 Aa |
| -----Al (cmol _c dm ⁻³)----- | | | | | | |
| M1 | 0,42 ABa | 0,75 Aa | 0,05 Bb | 0,82 Ba | 1,50 Aa | 0,67 Ba |
| M2 | 0,75 ABa | 0,92 Aa | 0,45 Ba | 0,72 Aa | 0,67 Ab | 0,37 Aab |
| M3 | 0,40 Aa | 0,00 Ab | 0,02 Ab | 0,27 Ab | 0,02 Ac | 0,02 Ab |
| -----H + Al (cmol _c dm ⁻³)----- | | | | | | |
| M1 | 5,55 Aa | 4,73 Aa | 4,76 Aa | 5,72 Ba | 6,57 Aa | 5,77 Ba |
| M2 | 5,83 Aa | 5,24 Aa | 3,86 Ba | 4,74 Ab | 4,08 Bb | 3,34 Cc |
| M3 | 5,13 Aa | 4,60 Aa | 3,86 Aa | 5,03 Aab | 4,16 Bb | 3,86 Bb |
| -----V (%)----- | | | | | | |
| M1 | 27,0 Ba | 27,5 Bab | 42,4 Aa | 15,7 ABab | 12,3 Bb | 21,8 Ab |
| M2 | 15,6 Ab | 17,0 Ab | 25,0 Ab | 13,9 Bb | 18,1 Bb | 32,0 Aa |
| M3 | 18,7 Bab | 37,7 Aa | 39,9 Aa | 23,4 Ba | 35,4 Aa | 38,2 Aa |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Os baixos valores encontrados para a CTC do solo (Tabela 2), em todos os tratos culturais, sítios de amostragem e profundidades, indicaram que possivelmente esteja ocorrendo perda de bases e nutrientes por lixiviação. Os maiores valores observados para a CTC do solo (Tabela 2), no solo

sob trato cultural M1, em ambas as profundidades, possivelmente estão associados à maior contribuição da matéria orgânica do solo, sob M1, devido ao retorno da palha do café para a lavoura neste trato cultural.

Tabela 2. Valores médios de capacidade de troca de cátions (CTC) em cmol_c dm⁻³, nas profundidades de 0,00 - 0,20m e 0,20 - 0,40m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem ⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | | | Tratos ⁽²⁾ | | |
|---|--------|--------|-----------------------|--------|--------|
| M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| -----CTC (cmol _c dm ⁻³)----- | | | | | |
| 8,30 A | 6,07 B | 6,69 B | 7,25 A | 6,39 B | 5,19 C |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%;

⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas.

Os resultados apresentados, nas Tabelas 1 e 2, indicam o quanto a prática da calagem é extremamente necessária para melhorar as condições químicas do solo, principalmente na camada superficial, o que é corroborado por Prezotti e Bragança (1995), De Muner (2002), Albuquerque et al. (2003), Mendes et al. (2003), pois nesta região encontram-se a maioria das raízes ativas do cafeeiro. O uso de adubos minerais, sem promover calagens adequadas e adubação orgânica, pode levar os solos a perderem rapidamente a sua fertilidade devido à acidificação, imobilização de nutrientes e mineralização da matéria orgânica do solo.

Cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

Percebe-se que, em ambas as profundidades, os maiores teores de Ca foram encontrados em M1 no sítio de amostragem TI e em M3 nos sítios TM e TI (Tabela 3). Os elevados teores de Ca, para a lavoura M1, em TI, podem estar associados ao movimento de água da chuva ao longo do declive do terreno, devido ao manejo do solo (BERTOL et al., 2003). Nota-se ainda que, mesmo sendo feita a calagem em M1, esta prática não foi suficiente para aumentar os teores de Ca e Mg em ambas as profundidades estudadas (Tabelas 3, 4 e 5)

Tabela 3. Valores médios de cálcio (Ca) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | Profundidade 0,00 - 0,20 m | | | Profundidade 0,20 - 0,40 m | | |
|---|-------------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|--------|--------|
| | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | |
| | TS | TM | TI | TS | TM | TI |
| -----Ca ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)----- | | | | | | |
| M1 | 1,0 Ba | 1,0 Bb | 2,1 Aa | 0,3 Ba | 0,2 Bb | 0,7 Ab |
| M2 | 0,5 Aa | 0,4 Ac | 0,5 Ab | 0,4 Aa | 0,3 Ab | 0,5 Ab |
| M3 | 0,6 Ba | 1,8 Aa | 1,6 Aa | 0,7 Ba | 1,3 Aa | 1,4 Aa |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Para o Ca e o Mg (Tabelas 3 e 4), os valores encontrados na profundidade de 0,00 - 0,20 m, no TI de M1 e TM e TI de M3, segundo Dadalto e Fullin (2001), são considerados médios para o solo, enquanto que, para os demais tratos culturais e sítios de amostragem, os valores foram baixos. Entretanto, de acordo com Bragança et al. (2001), os teores de Ca e Mg no solo (Tabelas 3, 4 e 5), independente do

sítio de amostragem, trato cultural adotado e profundidade de avaliação, estão abaixo do considerado adequado para o café conilon. Santos et al. (2004a) ao avaliarem a fertilidade dos solos de lavouras de café conilon de diferentes localidades no Norte do Estado do Espírito Santo, observaram que os teores de Mg estavam baixos para a maioria das lavouras amostradas.

Tabela 4. Valores médios de magnésio (Mg) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, na profundidade de 0,00 - 0,20m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | |
|---|-------------------------------------|---------|--------|
| | TS | TM | TI |
| -----Mg ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)----- | | | |
| M1 | 0,5 Ba | 0,5 Bab | 1,0 Aa |
| M2 | 0,4 Aa | 0,3 Ab | 0,4 Ab |
| M3 | 0,4 Ba | 0,8 Aa | 0,8 Aa |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Tabela 5. Valores médios de magnésio (Mg), na profundidade de 0,20 - 0,40m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | | | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | |
|--|-------|-------|-------------------------------------|-------|-------|
| M1 | M2 | M3 | TS | TM | TI |
| -----Mg (cmol _c dm ⁻³)----- | | | | | |
| 0,4 B | 0,3 B | 0,7 A | 0,4 B | 0,5 A | 0,6 A |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Verifica-se que o M3 apresentou teores de Mg superiores aos observados em M1 e M2 para a profundidade de 0,20 - 0,40 m (Tabela 5). Nota-se ainda que o TS diferiu de TM e TI, apresentando menor valor de Mg. Em M3, os elevados valores de Ca e Mg no solo (Tabelas 3 e 5) podem estar associados às condições deficitárias de desenvolvimento da lavoura cafeeira, pois mesmo havendo disponibilidade destes nutrientes, as plantas não conseguiram absorvê-los, devido ao desequilíbrio nutricional existente.

Os baixos teores de Ca e Mg na lavoura M2 (Tabelas 3, 4 e 5) podem ter ocorrido devido à não reposição destes nutrientes, principalmente pelo fato de no M2 não se utilizar a calagem, sendo os valores observados para ambos nutrientes reflexo da contribuição dos solos. Os baixos teores de Ca e Mg podem levar ao decréscimo na produção da lavoura devido o cafeeiro conilon ser extremamente

exigente em macronutrientes (BRAGANÇA et al., 2000).

De maneira geral, os maiores teores de Ca e Mg foram encontrados na camada superficial do solo, o que também foi observado por Alcântara (1997), Corrêa et al. (1998) e Guarçoni M. et al. (2005). Os resultados apresentados indicam a necessidade de monitorar a disponibilidade de Ca e de Mg do solo, através de análises químicas periódicas, para o cafeeiro conilon.

Fósforo (P) e potássio (K)

Como pode ser observado pela Tabela 6, os valores de P em M1, para as duas profundidades avaliadas, foram superiores aos observados em M2 e M3, os quais não diferiram entre si. Os maiores teores de P observados no solo cultivado com café sob M1 se deve à adubação com NPK na camada superficial do solo, como também à baixa mobilidade deste nutriente (NUNES, 2003).

Tabela 6. Valores médios do fósforo (P), nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Profundidade 0,00 - 0,20 m | | | Profundidade 0,20 - 0,40 m | | |
|------------------------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|
| Tratos ⁽²⁾ | | | Tratos ⁽²⁾ | | |
| M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| -----P (mg dm ⁻³)----- | | | | | |
| 39,9 A | 3,2 B | 2,0 B | 10,0 A | 2,6 B | 1,6 B |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas.

Os teores de P disponível em M1 são considerados elevados e médios, respectivamente, para as profundidades de 0,00 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m, para solos de textura argilosa (DADALTO; FULLIN, 2001), sendo este comportamento já esperado devido ao melhor nível de trato cultural empregado. Os teores de P, para M1 na profundidade de 0,00 - 0,20 m (Tabela 6), estão

acima dos teores considerados adequados (15 - 20 mg dm⁻³) para o cafeeiro conilon. Já na profundidade de 0,20 - 0,40 m, os teores de P são considerados inadequados ao café conilon, de acordo com Bragança et al. (2001).

Para M2 e M3, os teores de P disponível em ambas as profundidades, são considerados baixos (DADALTO; FULLIN, 2001) e inadequados para o

cultivo do conilon (BRAGANÇA et al., 2001), conforme apresentado na Tabela 6, podendo limitar a produção do cafeeiro. Em função do trato cultural empregado, os reduzidos valores de P encontrados no solo em M2 e, principalmente, em M3, já eram esperados, devido à pobreza do solo quanto a este elemento, o que está de conformidade com Lani (1987).

Com relação ao K, as diferenças existentes entre os sítios de amostragem em M1, para este nutriente (Tabela 7), possivelmente estejam ocorrendo devido ao retorno da palha de café ser feita de forma irregular na lavoura, sendo que, no ano anterior, a palha foi distribuída no sentido do terço superior para o terço inferior (de cima para baixo).

Tabela 7. Valores médios do potássio (K), nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | Profundidade 0,00 - 0,20 m | | | Profundidade 0,20 - 0,40 m | |
|-----------------------|-------------------------------------|----------|-----------|----------------------------|----------------------------------|
| | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | | Tratos ⁽²⁾ | K (mg dm ⁻³) |
| | TS | TM | TI | | |
| | -----K (mg dm ⁻³)----- | | | | ----K (mg dm ⁻³)---- |
| M1 | 171,5 Aa | 114,2 Ba | 127,7 ABa | M1 | 81,6 a |
| M2 | 32,0 Bb | 91,2 Aab | 81,0 ABab | M2 | 45,4 b |
| M3 | 24,0 Ab | 40,2 Ab | 25,0 Ab | M3 | 21,0 c |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Os maiores teores de K observados em M1 e M2 já eram esperados, devido à utilização de fertilizantes NPK em M1 e do uso de cloreto de potássio em M2. Também deve-se ressaltar a importância do retorno da palha de café em M1, que devido à casca do café (pergaminho) ser rica em K, possivelmente estaria promovendo o incremento deste nutriente no solo.

De acordo com Dadalto e Fullin (2001), os teores de K acima de 60 mg dm⁻³, como pode ser observado na Tabela 7 para todos os sítios de amostragem, no trato cultural M1 e nos sítios de amostragem TM e TI do trato cultural M2, na camada superficial do solo, são considerados altos (para os solos do Estado. Entretanto, conforme classificação de Bragança et al. (2001) somente para M1, no TM, na profundidade de 0,00 - 0,20 m, os teores de K seriam considerados adequados ao cafeeiro conilon. Nos demais tratos, sítios de amostragem e profundidades, os valores de K estão abaixo do ideal, que seria na faixa de 100 a 120 mg dm⁻³, o que ocasionaria problemas quanto à produtividade do cafeeiro devido à sua exigência em macronutrientes (BRAGANÇA et al., 2000). Santos et al. (2004a) trabalhando em lavouras de café conilon no Norte do Espírito Santo, observaram que a maioria das lavouras encontravam-se com níveis altos de K no solo.

Lavouras de café cultivadas em locais de acentuado declive estão propensas à erosão do solo,

que podem causar redução da capacidade produtiva do solo através da perda de nutrientes, corretivos e fertilizantes. Quanto melhor o nível de fertilidade do solo, maior será a produção de fitomassa e, conseqüentemente, maior será a cobertura vegetal sobre o solo e menores serão as perdas de solo por erosão (COGO et al., 2003), principalmente de P e K (BERTOL et al., 2003).

Observa-se também que, de maneira geral, os maiores teores de K encontravam-se na camada superficial do solo. Comportamento semelhante foi observado por Alcântara (1997), Da Silva et al. (2000), Nunes (2003) e Guarçoni M. et al. (2005).

Carbono orgânico total (COT)

Observam-se diferenças significativas tanto entre os tratos culturais adotados quanto entre sítios de amostragem na profundidade de 0,20 - 0,40 m (Tabela 8), mostrando que os diferentes tratos culturais empregados às lavouras cafeeiras provocaram maior diferenciação entre os teores de COT encontrados nessa profundidade.

O fato de M2 apresentar menores teores de COT, em comparação a M1 na profundidade de 0,00 - 0,20 m, pode estar associado à maior mineralização da matéria orgânica em função da adubação química, bem como à maior atividade biológica. Apesar de em M1 também ter sido realizada adubação química, nesta lavoura foi feito o retorno da palha de café, o que não ocorre em M2, e

que pode estar contribuindo para os maiores valores de COT. Já em M3, os valores mais elevados de COT observados em TS e TM podem ser devido às

práticas culturais adotadas que não favorecem a mineralização da matéria orgânica.

Tabela 8. Valores médios do carbono orgânico total (COT) em g kg^{-1} , nas profundidades de 0,00 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m do solo, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Tratos ⁽²⁾ | Profundidade 0,00 - 0,20 m | | | Profundidade 0,20 - 0,40 m | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|---------|-------------------------------------|---------|---------|
| | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | | Sítios de amostragem ⁽³⁾ | | |
| | TS | TM | TI | TS | TM | TI |
| | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | |
| M1 | 12,6 Aa | 13,8 Aa | 15,0 Aa | 9,1 Bb | 10,6 Aa | 11,1 Aa |
| M2 | 10,1 Ab | 9,8 Ab | 10,2 Ab | 9,1 Ab | 7,3 Bb | 9,9 Ab |
| M3 | 10,4 Ab | 10,4 Ab | 9,3 Ab | 10,9 Aa | 10,0 Aa | 9,0 Bb |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

O carbono é o principal constituinte da matéria orgânica do solo. Portanto, a avaliação do COT em solos submetidos a diferentes tratos culturais poderá indicar se o trato cultural adotado está contribuindo positivamente ou não. Segundo Marchiori Júnior e Melo (2000) quando se altera o manejo do solo, a matéria orgânica sofre rápidas alterações, atingindo posteriormente novo equilíbrio. Nunes (2003) trabalhando em lavouras de café com idades de 16 e 22 anos de implantação, não observou diferença estatística significativa entre os teores de COT, para essas duas lavouras. Mesmo M1, tendo as condições favoráveis para maior mineralização da matéria orgânica no solo, tais como adubação, correção da acidez e irrigação, o aporte de resíduos vegetais, como o retorno da palha de café e a utilização de roçadas, promoveram incremento nos teores de COT para a profundidade de 0,00 - 0,20 m. Valores semelhantes de COT em M1, na profundidade de 0,00 - 0,20 m, foram encontrados por Souza et al. (2005ab) em lavoura de café arábica e por Busato et al. (2005) em lavouras de café conilon sob manejo orgânico. Theodoro et al. (2003) observaram que o retorno da palha de café à lavoura aumentou os níveis de matéria orgânica no solo, principalmente na camada superficial.

Multiplicando-se os valores de COT (Tabela 8) pelo fator 1,724 e dividindo-se por 10 para se obter os teores de matéria orgânica (MO) em dag dm^{-3} , pode-se inferir que os níveis de MO, na profundidade de 0,00 - 0,20 m para todos tratos culturais e sítios de amostragem, e na profundidade de 0,20 - 0,40 m para TM e TI do trato M1, TI do trato M2 e TS e TM do trato M3, estão compreendidos dentro dos valores de 1,6 - 3,0 dag

dm^{-3} , sendo considerados médios para os solos do Estado (DADALTO; FULLIN, 2001). Lani (1987) também obteve teores médios de carbono orgânico em Latossolo Vermelho-Amarelo na região. Apesar dos resultados obtidos, somente em M1 para a profundidade de 0,00 - 0,20 m, os níveis de MO são considerados adequados para o cafeeiro, de acordo com Bragança et al. (2001).

Os resultados apresentados indicam, independente do trato cultural adotado e do sítio de amostragem, a necessidade de se promover mudanças nos tratos culturais das lavouras cafeeiras que venham a contribuir para o aumento do teor de COT do solo, dada a importância da matéria orgânica nos processos físicos, químicos e biológicos no solo.

Produtividade do cafeeiro

Observando a Tabela 9, verifica-se que o trato cultural M1 diferiu de M2 e M3, como também apresentou as maiores produtividades. Este resultado era esperado devido a essa lavoura apresentar maior nível tecnológico. Entretanto, verifica-se que, apesar de serem realizadas adubações em M2, a sua produtividade não diferiu de forma significativa de M3, sendo que o trato cultural deste último corresponde ao de menor nível tecnológico empregado. Vários fatores podem estar atuando sobre M2, contribuindo para esse comportamento, ressaltando-se a não utilização da calagem e irrigação, como também a não utilização de adubos que contenham fósforo, na lavoura sob este trato cultural, em relação ao M1. Assim, a falta da calagem faz com que não sejam geradas cargas no complexo de troca de cátions, e, possivelmente,

esteja ocorrendo perdas de nutrientes. Pode-se ainda inferir que, mesmo o ano agrícola de 2004 – 2005 apresentando valores elevados de precipitação pluviométrica (1723 mm), devido a esta não ser

igualmente distribuída, possivelmente estaria afetando o fluxo de nutrientes até as raízes do cafeeiro.

Tabela 9. Valores médios da produtividade, em kg de café cereja por planta, obtidos em lavouras de cafeeiro conilon cultivadas sob distintos tratos culturais e em diferentes sítios de amostragem⁽¹⁾

| Manejo ⁽²⁾ | | | Posições de amostragem ⁽³⁾ | | |
|-----------------------|--------|--------|---------------------------------------|--------|--------|
| M1 | M2 | M3 | TS | TM | TI |
| 8,77 A | 3,99 B | 2,99 B | 7,27 A | 3,92 B | 4,58 B |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ M1 - irrigação por gotejamento, calagem a cada dois anos, adubação química, roçadas e uso da palha de café; M2 - adubação química, roçadas e capinas; e M3 - capinas e roçadas; ⁽³⁾ TS - terço superior; TM - terço médio; e TI - terço inferior.

Percebe-se, também, que dentro das lavouras há diferença entre os sítios de amostragem, sendo que o TS diferiu de TM e TI, apresentando estes últimos produções inferiores em relação ao primeiro (Tabela 9), mostrando que a análise diferenciada em segmentos (TS, TM e TI) pode ser muito interessante para o manejo e condução da lavoura cafeeira, principalmente em locais de declive acentuado. Deve-se, também salientar, que os tratos culturais apresentaram, no geral, as melhores condições químicas para a produção da lavoura cafeeira no TS.

CONCLUSÕES

Houve efeito interativo entre o trato cultural adotado e o sítio de amostragem para os atributos químicos do solo pH, Al, H + Al, V, Ca e COT, em ambas profundidades e Mg e K na profundidade de 0,00 – 0,20 m do solo.

A adubação e a calagem promoveram melhorias nas propriedades químicas do solo sob trato M1, o qual apresentou as melhores condições de fertilidade do solo.

Os teores de fósforo e potássio do solo não sofreram influência do sítio de amostragem, sendo afetados somente pelos tratos culturais empregados nas lavouras cafeeiras, apresentando valores superiores em M1.

Independente do sítio de amostragem, trato cultural adotado e profundidade de avaliação, os teores de cálcio e magnésio no solo encontram-se abaixo do considerado adequado para o café conilon, indicando a necessidade da utilização da prática da calagem com base na análise de solo, visando aumentar a disponibilidade destes nutrientes, bem como aumentar a eficiência da adubação química.

O retorno da palha de café na lavoura sob trato M1 contribuiu para o aumento do teor de COT e da CTC na profundidade de 0,00 - 0,20 m do solo.

A maior produtividade do cafeeiro foi observada no trato cultural M1 e no terço superior.

Os resultados apresentados refletem a importância da análise de solo para a avaliação das condições químicas do solo sob cultivo do cafeeiro conilon.

ABSTRACT: The work had as objective to evaluate, in different sampling site, the chemical attributes of soils cultivated with conilon coffee crops under different management. Soil samplings were taken in the depths of 0.00 – 0.20 m and 0.20 – 0.40 m at the upper part of the canopy projection of the coffee plants, in relation to the slope of the land. It was used for this study representative coffee crops of the South of the Espírito Santo State. The manuring and the liming promoted improvements in the chemical properties of the soil under management M1, (irrigation for leak, liming every two years, fertilization, mow and use of the coffee straw). The phosphorus and potassium soil content were not influenced by the sampling site, being affected only for the management employed. Independently of the sampling site, management and evaluation depths the calcium and magnesium content in the soil were below of the levels considered appropriate for the coffee conilon, indicating the need of the use of the practice of the liming. The return of the coffee straw in the crop under management M1 contributed to the increase of the content of COT and CTC in the depth of 0.00 – 0.20 m of the soil. The largest yield of the coffee was observed in the culture management M1 and in the upper third. The results reflect the importance of the soil analysis for the evaluation of the chemical conditions of the soil under cultivation with conilon coffee.

KEYWORDS: Soil fertility. Soil management. Coffee. *Coffea canephora*.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L.; FONTANA, E. C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 799-806, 2003.
- ALCÂNTARA, E. N. **Efeitos de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (Coffea arabica L.) sobre a qualidade de um Latossolo Roxo distrófico**. 1997. 133p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Lavras, UFLA. 1997.
- BERTOL, I.; MELLO, E. L.; GUADAGNIN, J. C.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Nutrient losses by water erosion. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 581-586, 2003.
- BORGES, W. L. B.; FURLANI JUNIOR, E. Calcário e gesso: efeito nas características químicas do solo cultivado com café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003. Ribeirão Preto, **Anais...** Botucatu, 2003. CD.
- BRAGANÇA, S. M.; COSTA, A. N.; LANI, J. A. Absorção de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froenher) aos 3,6 anos de idade: macronutrientes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2000. 2v. p. 1350-1352.
- BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; DE MUNER, L. H. **Café conilon: adubação e calagem**. Vitória: INCAPER, 2001. 31p. (Circular técnica, 1)
- BUSATO, J. G.; PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D. ; CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X. Fracionamento de carbono e fósforo em solos sob sistema orgânico de produção de café (*Coffea canephora*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003. Recife, **Anais...** Recife, 2005. CD.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 743-753, 2003.
- CORRÊA, J. B.; MIGUEL, J. E.; VIANA, A. S.; TOLEDO, A. R.; FERREIRA, M. M. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, após 16 anos de cultivo com café plantado no sistema tradicional e adensado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, p. 57-64, 1998.
- DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo – 4ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER, 2001. 266p.
- DA SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; FERNANDES, L. A.; CURTI, N.; VALE, F. R. Formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2065-2073, 2000.
- DE MUNER, L. H. **Calagem: saiba como fazer e colha muitos benefícios**. Vitória: INCAPER, 2002. (INCAPER – Documentos 109).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 1999. 412p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. Vitória: INCAPER, 2004. 60p. (Circular técnica 03-1)

FRANCHINI, J. C.; MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E. Potencial de extratos de resíduo vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 357-560, 2001.

GUARÇONI M., A.; BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A. Modificações nas características da fertilidade do solo causadas pelo plantio adensado de café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., Guarapari. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. 2005. p. 208-209.

LANI, J. L. **Estratificação de ambientes na Bacia do Rio Itapemirim, no Sul do Estado do Espírito Santo**. 1987. 114p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Viçosa, UFV. 1987.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 35, p. 1177-1182, 2000.

MATIELLO, J. B. **Café Conillon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender**. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFE/PNFC, 1998. 162p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNADES, D. R. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2002. 387p.

MENDES, A. M.; COSTA, R. S. C.; LEÔNIDAS, F. C.; VENEZIANO, W. Alteração das propriedades químicas do solo devido a calagem em lavoura de café no estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003. p. 393-394.

NUNES, L. A. P. L. **Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no município de Viçosa-MG**. 2003. 102p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Viçosa, UFV. 2003.

PREZOTTI, L. C.; BRAGANÇA, S. M. Nutrição. In: COSTA E. B da. (coord.). **Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo**. Vitória: SEAG-ES, 1995. p. 42-53.

SANTOS, C. E. M.; LAVIOLA, B. G.; PEREIRA, W. A.; MAURI, A. L.; DIAS, P. C.; BARROS, F. M.; CAMPOS, J. A.; GOMES, W. R. Fertilidade dos solos de lavouras de café conilon na região norte do estado do Espírito Santo. I. Macronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. 2004a. p. 182-183.

SANTOS, C. E. M.; MAURI, A. L.; PEREIRA, W. A.; LAVIOLA, B. G.; DIAS, P. C.; BARROS, F. M.; CAMPOS, J. A.; GOMES, W. R. Estado nutricional dos solos das lavouras de café conilon na região norte do estado do Espírito Santo. III. Matéria orgânica e propriedades químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. 2004b. p. 184-185.

SOUZA, M. A. S.; COELHO, A. E.; RESENDE, W. S.; LIMA, L. M.; BORGES, E. N. Quantificação do carbono orgânico total (COT) na região do meio da rua do cafeeiro submetido ao sistema de gradagem e herbicida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005a. p. 93-94.

SOUZA, M. A. S.; COELHO, A. E.; RESENDE, W. S.; LIMA, L. M.; BORGES, E. N. Teor de carbono orgânico total (COT) na região da copa do cafeeiro sob o sistema de fertirrigação e sequeiro. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005b. p. 238-239.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N., GUIMARAES, 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, p. 1039-1047, 2003.

YEOMANS, J. C., BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.