

ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO
Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

GENIVALDO TEIXEIRA

**ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO DE LAVOURAS DE
CAFÉ SOMBREADAS E A PLENO SOL**

Muzambinho
2008

GENIVALDO TEIXEIRA

**ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO DE LAVOURAS DE
CAFÉ SOMBREADAS E A PLENO SOL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Tecnólogo em
Cafeicultura da Escola Agrotécnica
Federal de Muzambinho – MG.

Orientador: Msc. José Marcos Angélico de
Mendonça

**Muzambinho
2008**

COMISSÃO EXAMINADORA

Msc. José Marcos Angélico de Mendonça

Msc. Anna Lygia de Resende Maciel

Msc. Luiz Augusto Gratieri

Muzambinho, 03 de dezembro de 2008.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, meus colegas de curso, e a todos os meus professores.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre iluminou a minha caminhada.

Ao meu Orientador José Marcos Angélico de Mendonça, pela orientação e pelo estímulo e atenção que me concedeu durante o curso e principalmente durante a elaboração e execução do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos professores e coordenadores do Curso de Tecnologia em Cafeicultura, aos Diretores e demais Servidores da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho.

Aos colegas e amigos de curso pelo apoio, incentivo e troca de experiências e pela ótima convivência que tivemos.

E principalmente aos meus pais, pelo apoio e colaboração a mim concedidos, pois, sem eles eu não teria chegado até aqui.

TEIXEIRA, Genivaldo. **Análise da fertilidade do solo de lavouras de café sombreadas e a pleno sol.** 2008. 32 f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

RESUMO

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar a fertilidade do solo em lavouras de café sombreadas e a pleno sol. O trabalho foi realizado em uma propriedade no município de Muzambinho - MG. Foram avaliadas 72 amostras de solo retiradas de três lavouras de café Catuaí e Icatu, sendo uma conduzida a pleno sol e duas sombreadas. Os resultados obtidos através das análises de solo levam a entender que o sombreamento é benéfico ao cafeeiro, pois, protege e melhora o solo, influenciando a CTC, o pH, a matéria orgânica, preservando-a por mais tempo no solo.

Palavras-Chave: arborização, cafeeiro, grevilhas.

TEIXEIRA, Genivaldo. **Fertility analysis of the ground in shaded coffee plantations and those ones cultivated under the sunlight.** 2008. 32 p. Work of Conclusion of the Coffee Planting Technology Graduation Course. Muzambinho Federal Agrotechnical School.

ABSTRACT

This work has been done with the purpose of evaluating the ground fertility of shaded coffee plantations and those ones which are cultivated under the sunlight. The work has been done in a property in the municipal district of Muzambinho – MG. Seventy-two ground samples were removed from three coffee plantations, being one of them cultivated under the sunlight and two of them shaded ones, “catuaí” e “icatu”. The obtained results from the ground analysis let us know that the shaded method is extremely beneficial to the coffee plantation, because it protects and improves the ground, influencing the CTC, the pH and the organical substance, preserving it longer in the ground.

Key words: Coffe planting, ground, shaded

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
2. JUSTIFICATIVA.....	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo geral	12
3.2. Objetivo Específico	12
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
4.1. Fisiologia do cafeeiro	13
4.2. Arborização de lavouras cafeeiras.....	14
4.3. Cafezais arborizados e a pleno sol.....	15
4.4. Sombreamento x Teor de matéria orgânica do solo	16
4.5. Sombreamento x Pragas e doenças do cafeeiro.....	17
4.6. Sombreamento x Uso de água	18
4.7. Sombreamento x Produção.....	19
5. MATERIAL E MÉTODOS	19
6. RESULTADO E DISCUSSÃO	20
6.1. Resultados obtidos quanto ao teor de M.O.....	21
6.2. Resultados obtidos quanto aos índices de capacidade de troca catiônica	22
6.3. Resultados obtidos quanto aos índices de ph	24
7. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta pertencente à família das *Rubiáceas* e ao gênero *Coffea*, sendo mais conhecidas as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, por serem economicamente mais representativas. É uma planta perene de clima tropical, originário da Etiópia, na Ásia Central, de regiões montanhosas, onde cresce permanentemente sob densas florestas tropicais ao abrigo de altas temperaturas e com precipitações bem distribuída, é originalmente um espécie adaptada à sombra e adaptado a uma altitude entre 1000 a 2500m (ALVES; LIVRAMENTO, 2003).

O café chegou ao Brasil no ano de 1727, primeiramente em Belém, trazido da Guiana Francesa pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta, quando ocorreu seu primeiro plantio, no estado do Pará, mas, devido às condições climáticas do Brasil, daí por diante se espalhou por todo o país. O ponto de partida das grandes plantações foi o Rio de Janeiro, depois seguiu para São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná, em 1825 um novo ciclo econômico brasileiro. Atualmente o café é cultivado principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Amazonas, Rondônia. Hoje o Brasil é o maior produtor e o segundo maior consumidor de café do mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2000).

No Brasil desde meados do século XIX, vem se discutindo sobre a melhor forma de cultivo do cafeeiro, sombreado ou a pleno sol. Vários países do mundo utilizam o sistema de café sombreado para propiciar um microclima favorável a planta, proporcionada por árvores protetoras que reduzem em maior ou menor grau, a incidência dos raios solares sobre a cultura.

Um solo ideal é constituído por minerais (45%), poros ocupados pelo ar (25%) e pela água (25%), pela matéria orgânica (*daqui por diante descrita como M. O.*) (5%) e microrganismos (RICCI et al., 2006).

O café pode ser classificado como uma espécie de sombra facultativa, pois, os resultados obtidos mostram que numa região mais quente, numa altitude menor, recomenda-se a arborização, para reduzir os picos de temperatura, reduzir a média máxima, além de elevar as temperaturas mínimas e diminuir o déficit de água. Em regiões com risco de incidência de geadas, os resultados do sombreamento são animadores (FAHL, 2000).

Havendo disponibilidade de material orgânico, como palha de café e esterco de gado ou de galinha, estes podem ser usados nas propriedades como substituintes parciais da adubação química, com efeito benéfico na estruturação e microbiota do solo, resultando em aumento de 20 a 75% na produção (GARCIA, 1983).

Desta forma, a adoção de plantas de sombra em lavouras cafeeiras se faz interessante nas condições edafoclimáticas brasileiras, sendo este tema abordado neste trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

O sombreamento do cafeeiro tem sido visto como uma alternativa para conservar e melhorar a qualidade dos solos e das lavouras de café brasileiras, sendo uma alternativa para reduzir os custos de produção e um minimizador da bienalidade dos cafeeiros. Quantificar a influência desta prática agrícola em cafeeiros sobre parâmetros técnicos colabora para o entendimento das relações existentes em lavoura sombreada.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a fertilidade do solo de lavouras de café sombreadas e a pleno sol, conduzidas com adubação organomineral.

3.2. Objetivo Específico

Quantificar os valores de M. O., CTC, pH, em quatro profundidades de solo de duas lavouras sombreadas e uma conduzida a pleno sol.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Fisiologia do cafeeiro

Com relação às características climáticas dos centros de origem do café arábica, pode-se dizer que, ele é originário das florestas tropicais da Etiópia (África), em altitudes de 1600 a 2.800 metros. Com médias anuais de temperatura em torno de 20 °C, as chuvas variando de 1.600 a 2.000 mm, com um período seco definido, de outubro a janeiro. Nesse ambiente, o cafeeiro é encontrado em estado espontâneo como vegetação de sub-bosque e desenvolvendo-se, portanto, permanentemente sob sombra (ZAMBOLIM, 2002).

Os cafeeiros exibem características umbrófilas, se cultivados a pleno sol, assim, produzindo satisfatoriamente, na maioria dos casos, mais do que cafeeiros sombreados. No entanto, as altas irradiâncias saturam o aparelho fotossintético do cafeeiro, acarretando-lhe fotoinibição, que pode ser potencializada por déficit hídrico e extremos em temperatura (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Sabe-se que o cafeeiro é uma planta C3, ou seja, é uma planta de ambiente sombreado, que possui adaptações fisiológicas e morfológicas para isso, mas é também uma espécie que se adaptou bem às condições de pleno sol (GUIMARÃES; MENDES; THEODORO, 2004).

Na carboxilação da fotossíntese nas plantas C3, o CO₂ é introduzido na molécula de Ribulose 1,5 bifosfato através da RUDP carboxilase (Rubisco), originando uma hexose (6 carbonos) instável que é rapidamente hidrolisada, formando 2 moléculas com 3 carbonos cada, o 3-PGA (BUCKERIDGE, 2007).

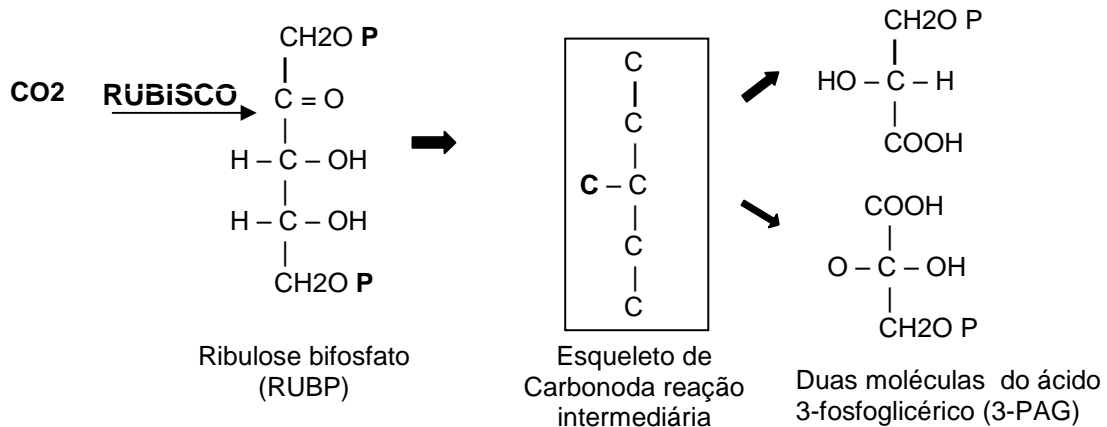


Figura 1 - Reação de carboxilação do ciclo C3. (BUCKERIDGE, 2007).

4.2. Arborização de lavouras cafeeiras

A arborização é o sombreamento ralo dos cafezais, recurso esse usado para diversificação da cultura. O termo arborização é empregado no caso de um sombreamento de 1/4 a 1/8 da superfície do terreno (GUIMARÃES; MENDES; THEODORO, 2004).

A inclusão de árvores para sombreamento em cafezais promove alterações na distribuição da energia radiante, nas condições térmicas do ar, do solo e da planta, no regime de umidade do ar e vento no ambiente, e na umidade do solo (LEMOS et al., 2007).

Tal prática é utilizada por países do mundo todo, dentre eles, Colômbia, Venezuela, Panamá, México, Costa Rica, onde os produtores fazem desta prática uma forma de diversificação de cultivo (CAMARGO, 1998).

Segundo Fernandes (1986), com a arborização correta do cafezal, ele pode obter uma radiação solar na medida exata que ele necessita, passando a ter condições micro-climáticas mais favoráveis que a pleno sol; há um aumento do número de ramos primários e secundários, produção de internódios mais longos, redução do número de folhas, porém de maior tamanho, produção de frutos maiores, mais moles e açucarados e melhoria do aspecto vegetativo do cafeeiro.

A tecnologia de modificação do microclima visando proteção contra geadas com uso de plantas arbóreas e arbustivas é muito válido, mas o enfoque deve ser no sentido de amenizar o micro-clima e não sombrear totalmente os cafeeiros. O nível de sombreamento da lavoura em fase de produção não deve ultrapassar o limite de 30%. Cafezais sombreados tendem a produzir menos que a pleno sol, devido à

menor emissão de nós, fator preponderante à produção da cultura (ZAMBOLIM, 2002).

Existem dois sistemas de arborização de cafeeiros, o primeiro é o sistemas tradicional, que é plantado sob as árvores da floresta nativa, e o segundo sistema, mais moderno, é o tecnificado, nas quais as árvores sombreadoras são de uma única espécie e manejadas com poda intensiva pelo menos uma vez por ano (JARAMILLO-BOTERO; MARTINEZ; SANTOS, 2006 apud PERFECTO et AL.).

4.3. Cafezais arborizados e a pleno sol

A discussão sobre a melhor forma de cultivo do café no Brasil – a pleno sol ou sombreado - é antiga, remontando desde meados do século XIX, quando seu cultivo se expandiu pelo mundo tropical. Camargo (1949) alerta para os erros de condução da lavoura no sistema a pleno sol. Entre as vantagens dessa forma de cultivo, o autor aponta a proteção a geadas, aos ventos frios e às secas, a longevidade da cultura, a reumificação do solo, o combate à erosão e a obtenção de um produto de melhor qualidade.

Fernandes (1986), classifica as árvores de sombreamento em quatro tipos e características diferentes:

Os permanentes arbóreos:

- Grevilha (*Grevillea robusta*);
- Seringueira (*Hevea brasiliensis*); *Pinus* ssp.;
- Abacateiro (*Persea americana*);
- Casuarina sp.

Os permanentes arbustivos:

- Dracena (*Dracena deremensis*);
- Álamo (*Populus* sp.),
- Aralea (*polyscias paniculata*);
- Hibisco (*Hibiscus rosa sinensis*);
- Urucum (*Bixa olerana*);
- Bananeiras.

Os temporários arbustivos:

- Guandú (*Cajanus Cajan*);
- Cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*);
- Mamona (*Ricinus communis L.*)

Os anuais – cultivos intercalares.

O autor recomenda a utilização da espécie Grevilha (*Grevillea robusta*), pois, a mesma não tem trazido nenhum prejuízo às lavouras cafeeiras.

No Brasil, a maioria dos produtores prefere o cultivo a pleno sol por acreditarem que o sombreamento diminui a produtividade e porque o cultivo sombreado representa maior necessidade de mão-de-obra, além da dificuldade na passagem de máquinas. Estima-se que mais de 90% das lavouras existentes são a pleno sol (RICCI, 2002).

O cultivo de cafeeiros a pleno sol em comparação aos cultivos arborizados poderia ser limitada, principalmente em regiões tropicais, a uma ou duas décadas de ciclos produtivos. Após, a degradação ambiental, proporcionada por erosão do solo e resíduos de fertilizantes e pesticidas poderia reduzir a produtividade e/ou a qualidade do ambiente (PEZZOPANE et al., 2007).

O sombreamento com espécies e espaçamentos adequados pode apresentar resultados satisfatórios, quando comparado ao cultivo a pleno sol. Em relação ao solo, a presença de árvores aumenta o aporte de M. O. em virtude da queda de folhas, conserva a umidade, reduz as perdas de N, aumenta a capacidade de absorção e infiltração de água, reduz o risco de erosão e a emergência de plantas invasoras, e estimula a atividade biológica (FERNANDES, 1986).

Resultados experimentais e observações em campo mostram que as árvores de sombra não devem cobrir mais que 20-30% do cafezal, apenas em casos de áreas muito quentes e secas as coberturas podem chegar a 50% (SWIFT, 1998).

4.4. Sombreamento x Teor de matéria orgânica do solo

A utilização de espécies arbóreas consorciadas ao café pode diminuir a dependência de insumos externos devido a maior ciclagem de nutrientes decorrente da queda de folhas e galhos, além de favorecer a conservação dos recursos naturais

da propriedade, tais como solo, água e biodiversidade (COELHO et al., 2004 apud ALTIERI, 1995; BEER, 1997).

Dentre vários benefícios, o sombreamento preserva o solo e a M. O., pois, ele os protege da irradiação excessiva e mantém a matéria orgânica por mais tempo no solo, disponibilizando-a mais lentamente ao cafeeiro. Um índice adequado de M. O. do solo, varia de 3,0 a 5,0 dag/kg (RIBEIRO, 1999).

A matéria orgânica é considerada fundamental para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a aeração e a retenção de umidade. Do ponto de vista físico, a matéria orgânica melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Quimicamente, a matéria orgânica é a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH; aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas. Biologicamente, a matéria orgânica aumenta a atividade dos microorganismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes (KIEHL, 1985).

O **húmus** – M. O. decomposta – tem extraordinária importância: dá coesão aos solos arenosos e diminui nos argilosos; facilita a solubilização dos elementos fertilizantes insolúveis; influi favoravelmente na vida dos microrganismos úteis às plantas. O cultivo de café tende a reduzir a fertilidade do solo, por vários motivos: após a colheita o solo perde uma grande quantidade de elementos fertilizantes, que em regra, nunca voltam; o emprego de máquinas agrícolas ativa a decomposição do húmus e a solubilização dos elementos fertilizantes que se perdem (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002).

4.5. Sombreamento x Pragas e doenças do cafeeiro

O sombreamento deve ser parcial, para evitar redução de luminosidade, pois, sistemas extremamente adensados também podem limitar o crescimento do mato na rua e o consórcio com outras culturas, diminuindo assim a biodiversidade, fundamental para o equilíbrio de pragas e doenças e manutenção da fertilidade do solo (DAROLT, 2006).

O sombreamento de cafeeiros pode ainda ser utilizado como quebra ventos, pois, os danos causados às lavouras podem ser de origem mecânica, como dilaceração das folhas, queda de flores, frutos, principalmente seca de ponteiros, aumento da incidência de doenças como Cercosporiose, Mancha Aureolada, a Phoma e a Antracnose, cujos os agentes penetram pelas lesões provocadas nas folhagens e nos ramos jovens. (GUIMARÃES; MENDES; THEODORO, 2004).

O cultivo a pleno sol resulta em surtos esporádicos do bicho-mineiro-do-cafeeiro (*Leucoptera coffeella*), sua dinâmica populacional é afetada pelas condições fitossanitárias e nutricionais da lavoura, presença de inimigos naturais e clima, ocorrendo em épocas secas e locais mais ensolarados, com maior temperatura do ar (BERNARDES; CAMPOE; RIGHI, 2006).

Se não realizado na medida certa, o sombreamento pode ocasionar maior incidência da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e da ferrugem (*hemileia vastatrix*) (Fernandes 1986).

4.6. Sombreamento x Uso de água

O sombreamento altera o microclima e o balanço hídrico da lavoura cafeeira, ocasionando efeitos indiretos da disponibilidade de água no solo e na atmosfera; e proporciona modificação estrutural e funcional ao cafeeiro, em resposta às condições hídricas, imprimindo às folhas de sombra alguns caracteres diferentes das folhas de sol, que possuem caracteres xeromórficos, como parênquima paliçádico mais diferenciado e mais espesso (MORAIS et al., 2004).

As determinações do teor em água disponível do solo em vários cafezais sombreados e a pleno sol, levam a concluir que a concorrência em água que a árvore de sombra faz ao cafeeiro é a razão principal do fracasso de inúmeras lavouras sombreadas. No entanto, em alguns cafezais em bom estado, mesmo durante a seca, foi verificado que não havia falta de água disponível no solo (PEZZOPANE et al., 2007).

Segundo Miguel, et al., (1995) apud Zambolim, (2002), a utilização de árvores com sistema radicular profundo, como o da grevílea, pode aumentar a disponibilidade hídrica no solo após longos períodos secos, nas camadas sub-superficiais (20-40 cm) do solo.

4.7. Sombreamento x Produção

Em condições ambientais adequadas e com a utilização intensiva de insumos (irrigação, adubação, etc.), plantios a pleno sol usualmente sobrepõem-se aos sombreados, em termos de produção (ZAMBOLIM, 2002).

A arborização pode reduzir sensivelmente as variações bienais da produção de café, pois, o cafeeiro produz poucas flores em seu ambiente nativo sombreado, no entanto, desenvolve-se ao longo de sua evolução mecanismos para manter sua carga de frutos balanceada, no referente a disponibilidade de carboidratos e minerais (CANNELL, 1985 apud ZAMBOLIM, 2002).

Já o cafeeiro conduzido a pleno sol produz irregularmente e, em condições adequadas de cultivo, essa irregularidade ordinariamente segue um padrão bienal (RENA; GUIMARÃES, 2000 apud ZAMBOLIM, 2002).

O potencial de produção é, em muitas vezes, limitado sob arborização, e a resposta à aplicação de fertilizantes nitrogenados é também limitada. Especialmente em épocas de preços altos, isso pode ter um impacto considerável nos ganhos do produtor. (CARVAJAL, 1984 apud ZAMBOLIM, 2002).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado em setembro de 2008, na propriedade Sítio da Serra, Bairro Serra, no município de Muzambinho - MG, com altitude média de 880 m.

Foram utilizadas três lavouras cafeeiras da propriedade, sendo:

Lavoura 1 - plantas da cultivar Catuaí Vermelho 144, com 8 anos de idade, aproximadamente 1,80 m. de altura, o espaçamento entre plantas é de 2,60 x 1,60 m., com duas plantas por cova, perfazendo 2.403 covas/ha, cultivadas a pleno sol.

Lavoura 2 - plantas da cultivar Catuaí Vermelho 144, com 22 anos de idade, com o porte aproximado de 1,60 m. de altura (podado), o espaçamento entre plantas e de 3,80 x 1,00, perfazendo 2.631 plantas/ha, sendo sombreada com grevilhas, o espaçamento entre as grevilhas é de 6 x 16 metros.

Lavoura 3 - plantas da cultivar Icatu, com aproximadamente 3,00 m. de altura, o espaçamento entre plantas desta lavoura é de 2,20 x 0,60, perfazendo 7.575 plantas/ há., também sombreada com grevilhas, sendo o espaçamento entre elas de 10 m x 15 m.

A adubação mineral, comum às três lavouras, é feita com a formulação 20-05-20, dividida em três parcelas; a primeira sendo feita no mês de novembro, a segunda no final do mês de dezembro e a terceira no final do mês de fevereiro. Já a adubação orgânica é feita a cada quatro anos, onde se aplica cerca de 40 kg/cova de composto orgânico à base de esterco de galinha, palha de café, cama de suíno e bagaço de cana-de-açúcar.

Para quantificação dos parâmetros de fertilidade do solo, foram coletadas amostras de solo nas três lavouras descritas acima, perfazendo o número de quatro plantas coletadas por linha de café, totalizando doze plantas por lavoura.

Em cada lavoura, utilizou-se três linhas de cafeeiros, nos quais foram realizados quatro pontos amostrais (plantas) em cada linha. Em cada ponto amostral, realizou-se a coleta de solo, debaixo da projeção da copa dos cafeeiros, nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, nos dois lados da planta.

Obteve-se oito amostras simples em cada profundidade por ponto amostral, sendo quatro amostras do solo do lado de cima da planta e quatro do lado debaixo. As amostras simples de mesma profundidade e lado das plantas da mesma linha em cada lavoura forneceram uma amostra composta. Foram analisadas oito amostras compostas por linha de cafeeiros, sendo quatro do lado de cima das plantas e quatro do lado debaixo, nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, perfazendo desta forma, vinte e quatro amostras por lavoura analisada e, conseqüentemente, setenta e duas amostras compostas no total, que foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, para serem analisadas.

Do resultado das análises dos solos coletados, foram extraídos os valores de Matéria Orgânica, CTC, pH, sendo calculado o valor médio de cada parâmetro em cada profundidade amostral, entre os dois lados das plantas.

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

As análises dos solos em diferentes profundidades (média dos dois lados de cada ponto amostral), apresenta os seguintes resultados:

6.1. Resultados obtidos quanto ao teor de M.O.

Os resultados estão apresentados na tabela 1 e na figura 2.

TABELA 1 - Teor de M. O. em solo cultivado com cafeeiro, nas profundidades: 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, no Município de Muzambinho - MG:

Matéria Orgânica		Catuai Pleno Sol	Catuai Somb.	Icatu Somb.
Profund.	Linha	dag/kg	dag/kg	dag/kg
0-10	1	2,82	4,14	3,91
	2	2,43	3,99	3,35
	3	1,93	3,99	3,14
	Média	2,40	4,04	3,47
10-20	1	2,25	3,99	3,14
	2	1,75	3,99	3,07
	3	1,87	3,99	3,08
	Média	2,16	3,99	3,10
20-40	1	1,58	3,07	1,93
	2	1,29	2,51	1,93
	3	1,41	3,42	1,75
	Média	1,43	3,00	1,87
40-60	1	1,08	2,87	1,64
	2	1,24	3,14	1,35
	3	1,08	3,14	1,70
	Média	1,13	3,05	1,56

Nas lavouras sombreadas o índice de matéria orgânica é 40% em média mais elevado que na lavoura conduzida a pleno sol, em todas as profundidades analisadas. Segundo recomendações da 5ª Aproximação, os índices de M. O. das duas lavouras sombreadas estão dentro dos recomendados para solos de cafeeiros, índice este, estabelecido entre 3,0 a 5,0 dag/kg.

A utilização do componente arbóreo na lavoura contribui particularmente para a manutenção da M. O., aumentando a quantidade de raízes, melhorando a estrutura do solo e a infiltração de água (CAMPANHA et al., 2007 apud CUENCA et al., 1983).

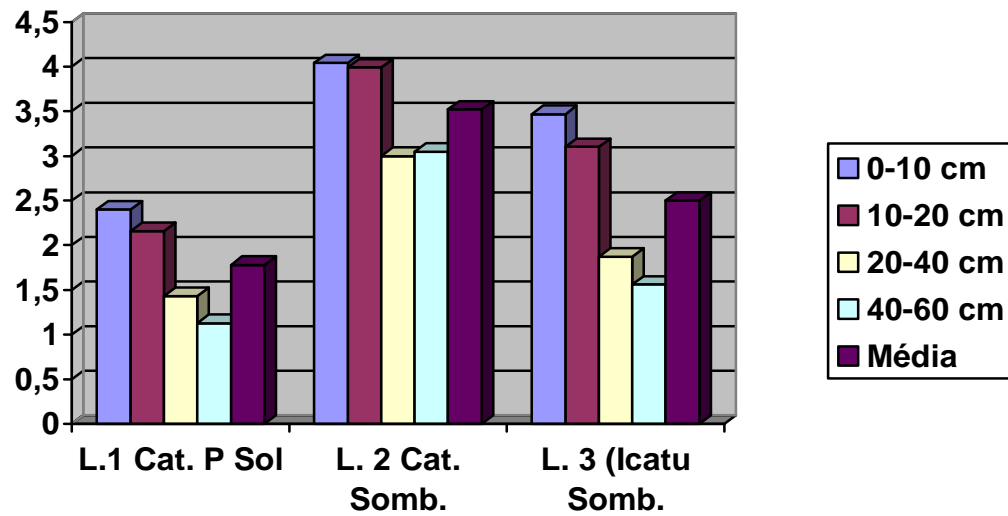


Figura 2 - Gráfico com índice de M. O. nas 3 lavouras analisadas nas profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, no Município de Muzambinho - MG

Avaliou-se que as lavouras de café sombreadas, obtiveram um índice de M. O. mais elevado, quando comparadas à lavoura conduzida a pleno sol (Figura 1).

O sombreamento do cafeeiro favorece o aumento do teor de M. O. do solo, pois, a presença de árvores aumenta este teor em virtude da queda de folhas, e contribui para melhora da fertilidade do solo (RICCI, 2006 apud ANDRADE, IBRAHIM, 2003; BARBERA-CASTILLO, 2001; GORMLEY, SINCLAIR, 2003; MUÑOZ, ALVARADO, 1997; MUSCHLER, 2000; PERFECTO et al., 1996).

6.2. Resultados obtidos quanto aos índices de capacidade de troca catiônica

Os resultados estão apresentados na tabela 2 e na figura 3.

TABELA 2 - Teor de CTC em solo cultivado com cafeeiro, nas profundidades: 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, no Município de Muzambinho – MG

CTC (T)		Catuaí Pleno Sol	Catuaí Somb.	Icatu Somb.
Profund.	Linha	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³
0-10	1	7,52	8,82	8,32
	2	7,21	9,65	9,20
	3	6,69	9,71	7,48
	Média	7,14	9,73	8,34
10-20	1	7,50	9,18	7,17
	2	7,00	9,67	9,49
	3	6,30	9,99	8,19
	Média	6,94	9,62	8,29
20-40	1	5,96	9,52	7,65
	2	6,35	9,71	8,43
	3	5,35	9,85	6,55
	Média	5,89	9,70	7,55
40-60	1	5,31	9,74	7,60
	2	5,02	9,80	8,29
	3	5,48	8,75	11,41
	Média	5,27	9,43	9,10

Conforme dados da tabela 2, o índice de CTC (T) é 30% em média mais elevado nas lavouras sombreadas que na lavoura conduzida a pleno sol, em todas as profundidades analisadas. Segundo recomendações da 5ª Aproximação, os índices de CTC (T) das duas lavouras sombreadas estão dentro dos recomendados para solos de lavouras cafeeiras, índice este, estabelecido entre 8,0-15,0 cmolc/dm³

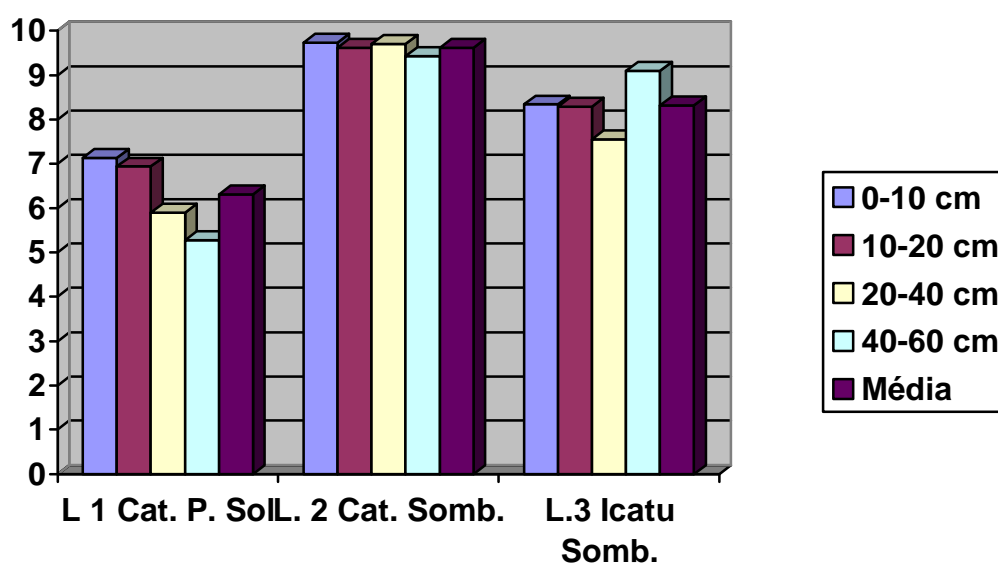


Figura 3 - Gráfico com índice de CTC (T) nas 3 lavouras analisadas nas profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, no Município de Muzambinho - MG

Os valores de CTC a pH 7,0 foram maiores em todas as profundidades avaliadas nas duas lavouras sombreadas (Figura 3), sendo que os valores obtidos no solo da lavoura de Catuaí sombreado foram superiores aos obtidos no solo da lavoura de Icatu sombreado.

Essa situação pode estar correlacionada com o aumento dos teores de M. O. em todas as profundidades nos solos das duas lavouras sombreadas,

conforme Figueiredo (2008), que correlaciona o aumento da CTC a pH 7,0 com o teor de M. O. do solo.

O sistema de arborização conduzido com M. O. apresenta melhores resultados com relação aos teores de capacidade de troca de cátions (T). Esses dados podem indicar que o material vegetal depositado sobre o solo pelas árvores está sendo mineralizado, influenciando as reações químicas no solo e contribuindo para a melhoria de alguns parâmetros de fertilidade (CAMPANHA et al., 2007).

6.3. Resultados obtidos quanto aos índices de pH

Os resultados obtidos quanto aos índices de pH estão apresentados na tabela 3 e na figura.

TABELA 3 - Teor do pH, em solo cultivado com cafeeiro, nas profundidades: 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, no Município de Muzambinho - MG:

pH (7,0)		Catuaí Pleno Sol	Catuaí Somb.	Icatu Somb.
Profund.	Linha	em H ₂ O	em H ₂ O	em H ₂ O
0-10	1	5,73	6,10	5,88
	2	5,17	5,46	5,80
	3	5,27	5,97	5,99
	Média	5,39	5,85	5,89
10-20	1	5,13	5,29	5,47
	2	4,85	5,20	5,23
	3	5,26	5,53	5,66
	Média	5,08	5,34	5,46
20-40	1	4,59	4,57	4,84
	2	4,86	4,64	4,58
	3	5,05	4,76	4,90
	Média	4,84	4,66	4,78
40-60	1	4,76	4,57	5,00
	2	4,80	4,62	4,63
	3	5,11	4,67	4,81
	Média	4,89	4,62	4,82

Os valores médios de pH 7,0, estão um pouco a baixo da média recomenda para solo de cafeeiro, nas três lavouras analisadas (Tabela 3, Figura 4), segundo informações obtidas na 5ª aproximação, sendo o índice recomendado estabelecido entre 5,6 e 6,5 (H₂O).

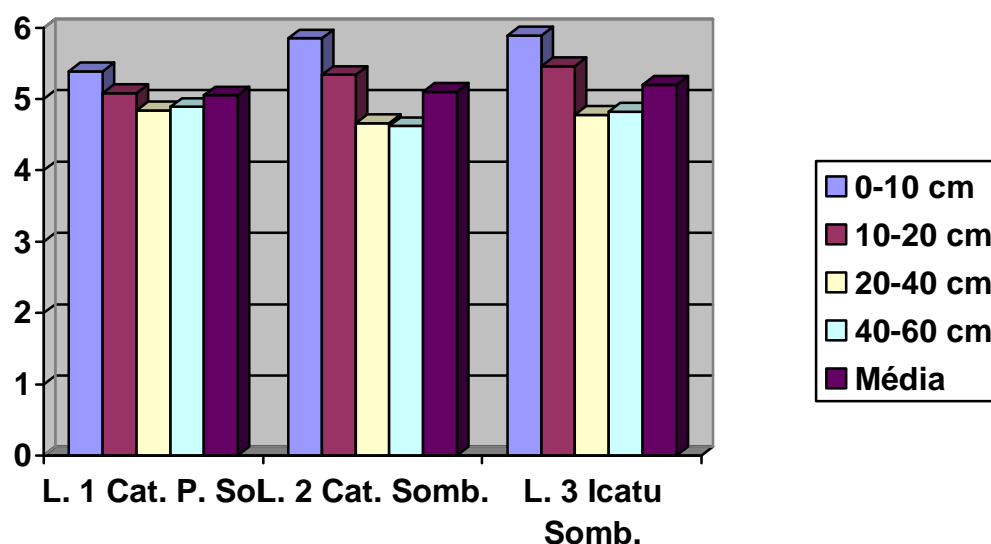


Figura 4 - Gráfico com índice de pH nas 3 lavouras analisadas nas profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, no Município de Muzambinho – MG

7. CONCLUSÕES

O sombreamento é benéfico ao cafeeiro, pois, protege e melhora o solo, influenciando a CTC, o pH, a matéria orgânica, preservando-a por mais tempo no solo e liberando-a mais lentamente à planta. Da mesma forma, a matéria orgânica mostrou-se essencial para a manutenção e melhoramento do solo, como na CTC, pH, M. O., como foi mostrado no estudo realizado e comprovado pelos resultados das análises de solo apresentadas neste trabalho.

Este estudo de caso será repetido no ano de 2009, para que possam ser feitas as comparações dos índices de fertilidade do solo e da produtividade das três lavouras, dos dois anos.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. D.; LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e Fisiologia do Cafeeiro**. UFLA. Lavras, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC) **A história do café - origem e trajetória**. 2000. Disponível em: <http://www.abic.com.br/scafe_historia.html>. Acesso em: 01/Nov/2008.

BERNARDES, M. S.; CAMPOE, O. C.; RIGHI, C. A. **Influência do sombreamento sobre a infestação de bicho-mineiro em cafeeiros cultivados em um sistema agroflorestal e em monocultivo**. 2006. Disponível em: <http://www.sbsaf.org.br/anais/2006/Biologia_%20Ecologia_ServicosAmbientais/trabalho175.doc>. Acesso em 15/Nov/2008.

BUCKERIDGE, M. **Comparação entre os sistemas fotossintéticos C3 e C4**. 2007. Disponível em: <<http://felix.ib.usp.br/FisioVeg/PDFs/Pratica%20fotossintese.pdf>>. Acesso em: 15/Nov/2008.

CAMARGO, A. P. A. **Arborização de cafezal como meio de reduzir as adversidades climáticas e promover a sustentação da cafeicultura**. E. S. do Pinhal, 1998. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/56_2/Info_Tecnica_8.pdf>. Acesso em: 02/Nov/2008.

CAMARGO, R. Sombreamento dos cafezais. São Paulo: **Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo**, 1949.

CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B.; PRIETO, H. E.; MARTINEZ, C. J.; GARCIA, S. L. Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais (*coffea arabica* L.) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata MG. 2007. **Rev. Árvore** Viçosa, v. 31, n. 5, set./out. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 14/Nov/2008.

COELHO, R. A.; RICCI, M. S. F.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; COSTA, J. R.. Influência do sombreamento sobre a população de plantas espontâneas em área cultivada com cafeeiro (*coffea canephora*) sob manejo orgânico. **Agronomia**, v.38, n.2, p. 23 - 28, 2004. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/revista/vol.%2038%20%202004/R.%20Agron.%2002/Trab.%20004%20-%20Influencia%20do%20sombreamento.pdf>>. Acesso em: 09/Nov/2008.

DAROLT, M. R. Futuro passa pela produção orgânica. **Coffee break**. 2006. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=220>>. Acesso em 15/11/2008.

FAHL, J. I. Sem sombra de dúvida. **Agroecologia Hoje**. Abril/maio, 2000.

FERNANDES, D. R. Manejo do cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do café; fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 24-30, July/Sept.. 2008. Disponível: <<http://www.biosciencejournal.ufu.br/include/getdoc.php?id=2866&article=421&mode=pdf> ->. Acesso em 19/Nov/2008.

GARCIA, A. W. R. et al. **Efeito da adubação química isoladamente, bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção do cafeeiro Mundo Novo**. Poços de Caldas - MG, 1983.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; THEODORO, V.C. A. **Manejo da lavoura cafeeira**. UFLA. Lavras: 2004.

JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Características do café (*coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n. 2, p. 94-102, jul./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br>>. Acesso em 27/Nov/2008.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Cêres Ltda., 1985.

LEMONS, C. L.; MATSUMOTO, S. N.; SANTOS, M. A. F. ; CÉSAR, F. R. C. F.; Coelho, R. A.; ARAÚJO, G. S.; BONFIM, J. A.; GUIMARÃES, M. M. C. Avaliação do desenvolvimento vegetativo em cafeeiros sombreado e a pleno sol. **Rev. Bras. de Agroecologia**, out. 2007. v.2, n.2. Disponível em: <<http://www.google.com.br/search?hl=ptBR&q=benef%C3%ADcios+do+sombreamento+para+o+cafeeiro&btnG=Pesquisa+Google&meta=>>>. Acesso em 09/Nov/2008.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Aubos & Aubações:** interpretação da análise do solo e prática da adubação. 2002. São Paulo: 2002.

MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. Modifications on leaf anatomy of Coffea arabica caused by shade of Pigeonpea (Cajanus cajan). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.6, p.863-871, 2004.

PEZZOPANE, J. R. M.; JÚNIOR, M. J. P.; GALLO, P. B. G.; CARMARGO, M. B. P.; FAZUOLI, L. C. Avaliações fenológicas e agronômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 10/Nov/2008.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes para o Estado de Minas Gerais**; 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

RICCI, M. S. F.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. S.. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol sombreado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.4, n.4, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 10/Nov/2008.

RICCI, S. F. A Importância da Matéria Orgânica para o Cafeeiro. **Revista Campo e Negócios**, Jul./2002. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/mat_org_cafeeiro.ml>. Acesso em 06/Nov/2008.

SWIFT, M. J. Towards the second paradigm: Integrated biological management of soil. In: SIQUEIRA, J. O. et al. **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS, 1998.

ZAMBOLIM, L. **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 2002.