

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS  
CAMPUS MUZAMBINHO  
Curso de Superior de Tecnologia em Cafeicultura**

---

**FERNANDO MARIA FERREIRA SILVA**

**MATÉRIA ORGÂNICA NA CAFEICULTURA**

---

**MUZAMBINHO  
2010**

**FERNANDO MARIA FERREIRA SILVA**

## **MATÉRIA ORGÂNICA NA CAFEICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho, como requisito para à obtenção do título de Graduado em Tecnologia em Cafeicultura.

Orientador: Prof. Francisco Vítor Paula

**MUZAMBINHO  
2010**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

---

---

**Muzambinho, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010**

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus mestres e professores que muito contribuíram para a minha formação acadêmica e humana, sem eles muito do que esta acontecendo poderia ser somente um sonho, mas se tornou realidade.

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade conscientizar os produtores quanto à importância do uso da matéria orgânica na cafeicultura e na agricultura de forma geral. Embora que a maioria dos solos produtivos do Brasil seja composto de menos que 5% de matéria orgânica, é nesta pequena porção do solo que determina em grande parte a sua produtividade. A matéria orgânica é o alimento para a fauna do solo onde essa fauna faz a quebra das moléculas orgânicas, com isso liberando nutrientes para as plantas, assim poderemos dizer que a MO é um reservatório de nutrientes. Além de que a MO tem uma série de fatores benéficos como: estruturador de solo (tornando-o mais resistente contra erosão e lixiviação), alta capacidade de absorção de água (fazendo a liberação gradativamente), facilita a penetração de raízes, quimicamente tem papel fundamental na CTC e CTA juntamente com um poder tampão. Com isso podemos determinar que a agricultura e a cafeicultura se tornem insustentável sem o uso correto da matéria orgânica.

**Palavras-chave: matéria orgânica, decomposição, cafeicultura orgânica.**

## ABSTRACT

This work aims to educate producers about the importance of using organic matter (OM) in coffee production and agriculture in general. Although most of the productive land in Brazil is composed of less than 5% organic matter, this is small portion of the soil largely determines its productivity. Organic matter is food for soil fauna where this fauna is the breakdown of organic molecules, thereby releasing nutrients to the plants so we can say that MO is a reservoir of nutrients. Moreover, the MO has a number of beneficial factors such as soil structure (making it more resistant to erosion and leaching), high water absorption capacity (making it gradually release) facilitates the penetration of roots, chemically paper has fundamental to the CTC and CTA with a power buffer. With this we can determine that agriculture and coffee will become unsustainable without the correct use of organic matter.

**Keywords: organic matter decomposition, organic coffee production.**

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Matéria Orgânica na física do solo .....	7
2.1.1 Matéria Orgânica na agregação de partículas .....	7
2.1.2 Matéria Orgânica na porosidade do solo.....	8
2.1.3 Matéria Orgânica e a infiltração e retenção de água .....	9
2.2 Matéria Orgânica na química do solo .....	10
2.2.1 Matéria Orgânica e a CTC .....	10
2.2.2 Matéria Orgânica e o pH do solo .....	11
2.2.3 Matéria Orgânica como fonte de macro e micro nutrientes .....	13
2.3 Matéria Orgânica na biologia do solo.....	14
2.4 Fontes de Matéria Orgânica.....	16
2.4.1 Estercos.....	17
2.4.2 Restos culturais .....	18
2.4.3 Composto orgânico .....	19
2.4.4 Adubação Verde.....	21
2.5 Matéria Orgânica na cafeicultura.....	23
2.5.1 Matéria Orgânica na produção de muda .....	24
2.5.2 Matéria Orgânica no Plantio .....	25
2.5.3 Matéria Orgânica na manutenção da cultura.....	25
2.5.3.1 Matéria Orgânica – Cobertura verde na lavoura cafeeira.....	32
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>

## INTRODUÇÃO

Há milhares de anos o homem vem utilizando a matéria orgânica como fonte de nutrientes para as culturas, os egípcios, por exemplo, colocavam peixes na linha de cultivo e assim conseguiam aumentar a produtividade, pensando que esta seria uma forma de agradecimento a Deus por aumento na produtividade. Como o peixe é rico em fósforo (P) e, eles colocavam-no linha de cultivo, fornecia este nutriente para a planta aumentando a produtividade.

Segundo Ricci (2006), um solo ideal é constituído por minerais (45%), poros ocupados pelo ar (25%) e pela água (25%), pela matéria orgânica (5%) e microrganismos, podendo a proporção de cada uma destas partes variarem bastante de solo para solo, embora nos solos tropicais os teores de matéria orgânica dificilmente ultrapassem 2%.

Ricci (2006) e A. C. Silva et al (1999), definam a matéria orgânica do solo (MOS) como resíduos de animais e plantas, se estão em fase de decomposição ou já decompostos, e Ricci (2006) complementa que o homem pode ajudar nessa origem através de adubação orgânica, adição de restos de cultura e adubação verde.

Em cultura perene, exemplo o café, favorece o aumento de MOS, devido à queda de folhas, ramos e utilização de podas, o manejo das plantas daninhas e o menor revolvimento da camada superficial do solo,



## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Matéria Orgânica na física do solo**

A MOS tem efeito direto nas características físicas do solo, melhorando a agregação de partículas, a porosidade e a retenção e infiltração de água no solo, desse modo permite maior desenvolvimento e penetração de raízes no solo.

Segundo Ricci (2006), a MOS tem efeito direto sobre as características físicas, químicas e biológicas dos solos, sendo considerada uma peça fundamental para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em qualquer ecossistema terrestre. Do ponto de vista físico, a MOS 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.

O manejo de espécies perenes, tais como café, geralmente favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo, em função de diversos fatores, tais como menor revolvimento da camada arável, maior entrada de biomassa vegetal através de podas, quedas de folhas, galhos, ramos e o manejo de plantas daninhas com práticas de roçadas, favorece maior proteção do solo contra erosão.

#### **2.1.1 Matéria Orgânica na agregação de partículas**

A influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico, sendo necessário o acréscimo contínuo de material orgânico para manter a estrutura adequada ao desenvolvimento das plantas. Sistemas de manejo de solo e de cultura, adequadamente conduzidos, proporcionam o aporte de material orgânico por meio de resíduos vegetais, além da ação benéfica das raízes das plantas e proteção oferecida à superfície do solo (Campos et al., 1995).

Ekwe (1990) encontrou uma relação positiva entre matéria orgânica e estabilidade de agregados para solos com tratamento de gramíneas e uma relação negativa para outros com tratamento de turfa. A separação de salpico de lama foi reduzida para ambos os tratamentos: tratamento com gramíneas reduziu a erosão pelo aumento da estabilidade de agregados, enquanto a turfa produziu como uma esterqueira. Este resultado ilustra dois efeitos na maior parte de matéria orgânica no solo erosivo: efeito na estabilidade do agregado através da

interação matéria orgânica-argila e unindo a ação de polímeros, e proteção física pelo esterco na superfície do solo (Singer e Blackard, 1977) e ainda estimulando a infiltração.

Pode-se observar que existem muitos estudos que mostram que a matéria orgânica além de muitos outros benefícios para o solo, ela reduz a erodibilidade. A matéria orgânica funciona como um agente ligante entre partículas de solos minerais.

O efeito da matéria orgânica varia em tempo porque há diferenças na taxa de decomposição de matéria orgânica (Monnier, 1965) e porque da sazonalidade e variações climáticas entre anos. Monnier, (1965) encontraram que as estabilidades de agregados variam durante a estação crescente em relação com o conteúdo de água e a biomassa microbiana. Observaram uma evolução em longo prazo da estabilidade de agregados: as estabilidades de agregados aumentam com o cultivo de gramíneas porque há aumento da biomassa de raízes.

O efeito microbiano na estabilidade do agregado é devido à presença de microorganismos (hifas de fungos, mucilagem de bactérias) e por seus produtos, o qual tem uma ação química e físico-química. Através desses produtos, os polissacarídeos são considerados por serem mais eficientes na estabilização dos agregados (FRANCO, 1985).

### **2.1.2 Matéria Orgânica na porosidade do solo**

Como se sabe, o solo é formado basicamente por partículas de diversos tamanhos denominados areia, argila e silte. Dentro do solo existem pequenos espaços vazios chamados de poros do solo, onde fica guardado o ar e a água que as raízes das plantas e outros organismos necessitam para sua hidratação (não secarem) e respiração (JARBAS et al., 2002).

Nos solos encontramos também a matéria orgânica, que tem papel fundamental na estrutura do solo, pois ela além de fornecer diversos nutrientes, ela ainda melhora a aeração do solo, e atua como um agregador de partículas.

A porosidade do solo corresponde ao volume do solo não ocupado por partículas sólidas, incluindo todo o espaço poroso ocupado pelo ar e água. A porosidade total inclui a macroporosidade e a microporosidade.

Entre as partículas maiores, como de areia ou entre agregados, predominam poros grandes (macroporos); entre partículas pequenas, como a de argila, predominam poros pequenos (microporos) (VIEIRA, 1988).

Segundo LIMA (1996) os macroporos são responsáveis pela aeração, movimentação de água e penetração de raízes, e os microporos são responsáveis pela retenção de água pelo solo. Em virtude da respiração das raízes das plantas e dos microorganismos do solo, existe um aumento de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) devido ao consumo do oxigênio (O<sub>2</sub>) existente no solo pelas raízes e pela decomposição da matéria orgânica através dos microorganismos (SWIFT, 1976), ou seja, existe a renovação da composição do ar do solo, tendendo a igualar com a composição do ar atmosférico

### **2.1.3 Matéria Orgânica e a infiltração e retenção de água**

A matéria orgânica aumenta a aeração do solo, e com isso facilita a retenção de água, devido ao maior número de macroporos.

De acordo com Kiehl (1985) possível economizar água incorporando-se matéria orgânica ao solo ou aplicando-a na forma de restos vegetais em cobertura morta;

Ainda de acordo com Kiehl (1985), a matéria orgânica não decomposta apresenta capacidade de retenção de água em torno de 80%. Os materiais humificados, ricos em colóides, podem apresentar de 300 a 400% de capacidade de retenção. Para Stevenson (1982), a capacidade de retenção de água do material húmico do solo pode atingir 20 vezes o seu peso seco. Estes dados confirmam as informações citadas por Kiehl (1979), onde foi verificada uma correlação positiva entre o conteúdo de matéria orgânica do solo e o armazenamento de água do mesmo.

Para que a água esteja disponível para as plantas torna-se necessária que a mesma infiltre no solo com facilidade como ocorre nos solos com estrutura granular com bioestrutura estável e que apresente boa capacidade de retenção de água disponível. Para a manutenção e estabilidade dos grumos, os microorganismos do solo são fundamentais, principalmente os heterotróficos que por sua vez dependem da matéria orgânica para a sua sobrevivência.

A retenção de água no solo é característica específica de cada solo sendo resultado da ação conjunta e complexa de vários fatores como o teor e mineralogia da fração argila (FERREIRA et al., 1999); teor de matéria orgânica, estrutura, densidade do solo dentre outros.

A matéria orgânica aumenta a capacidade de infiltração de água no solo e a sua capacidade de armazenamento devido à melhoria das condições físicas dos horizontes

superficiais, principalmente em relação a sua estrutura. Este aumento da infiltração de água no solo reduz a formação de enxurradas e as perdas por erosão.

Epstein et al. (1976) verificaram que a utilização de lodo de esgoto em solos argilo-siltosos promoveu o aumento no conteúdo e na capacidade de retenção de água.

## **2.2 Matéria Orgânica na química do solo**

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 (EMBRAPA 2006).

### **2.2.1 Matéria Orgânica e a CTC**

O colóide orgânico húmus tem a habilidade de adsorver cátions existentes na solução do solo, podendo depois cedê-los às raízes ou efetuar trocas, caso ocorra uma concentração de íons diferentes ou uma variação do pH.

A capacidade de troca de cátions (CTC) representa a medida do poder de adsorção e troca de cátions do solo. a CTC é a quantidade de cátions que um solo é capaz de reter por unidade de peso (Cmolc/Kg de solo). Constitui-se numa propriedade fundamental para a caracterização do solo e avaliação de sua potencialidade agrícola.

A CTC varia com o pH do solo em decorrência da existência de cargas negativas dependentes do pH. A CTC determinada ao pH do solo é denominada CTC Efetiva ou Real. A CTC determinada com uma solução tamponada a pH 7,0 (maior que o pH do solo) é denominada CTC Potencial. Portanto, em solos ácidos (a maioria o são), a CTC Efetiva é inferior à CTC Potencial.

O teor de matéria orgânica apresenta uma grande amplitude de variação entre os diferentes tipos de solos, oscilando desde menos de 1% em solos de deserto até altas percentagens em solos orgânicos (OLIVEIRA et al, 1992).

(Kiel,1985)... a CTC da matéria orgânica tem sua origem nas cargas negativas oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos; tais grupos apresentam um átomo de hidrogênio

dissociável ligado ao oxigênio; a dissociação do hidrogênio libera carga negativa dos húmus, as quais podem ser ocupadas por outros cátions como cálcio, o magnésio e o potássio.

Há muito tempo se reconhece a importância da MOS (matéria orgânica do solo) para a CTC dos solos, contribuindo com 20-90% da CTC das camadas superficiais de solos minerais e, praticamente, toda a CTC de solos orgânicos. Em solos tropicais, com cargas predominantemente variáveis, dependendo do pH, em estágio avançado de intemperismo, com a fração argila dominada por caulinita e oxihidróxidos de Fe e Al, a contribuição da MOS é maior, principalmente quando em baixos teores de argila.

### 2.2.2 Matéria Orgânica e o pH do solo

Um dos fatores limitantes ao desenvolvimento das culturas é a acidez do solo. Os solos brasileiros são, em geral, solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes necessários ao maior rendimento das lavouras. Portanto, uma prática, que se torna necessária, é a correção desta acidez criando condições melhores tanto na fertilidade do solo como nas plantas. O alumínio (Al) e o manganês (Mn) são tóxicos devido a maior solubilidade nos solos ácidos. A acidez diminui a população de microorganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica.

A acidez do solo pode ser dividida em dois tipos:

- A acidez de troca é dividida principalmente aos íons  $Al^{+3}$  adsorvidos (trocáveis) na superfície dos colóides do solo por forças eletrostáticas.
- A acidez não trocável é resultado da dissociação, pela elevação do pH, dos radicais carboxílicos, fenólicos e outros da matéria orgânica nos quais o  $H^{+1}$  está ligado covalentemente nas arestas quebradas dos argilominerais e superfície dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al.

A acidez ativa é dividida aos íons  $H^{+1}$  da solução existem em concentrações muito baixas em comparação com os  $H^{+1}$  adsorvidos. A acidez ativa é expressa pelo pH que por sua vez, representa o logaritmo negativo ou o logaritmo inverso da atividade dos íons  $H^{+1}$  na solução do solo.

A escala de pH varia de zero a 14; o pH 7 é considerado neutro, os valores de  $pH < 7$  são considerados ácidos e, os valores de  $pH > 7$  são alcalinos. Nos solos a amplitude de pH varia de 3 a 9, embora os valores mais comuns ocorram na faixa intermediária.

Os íons  $H^{+1}$  da solução do solo (Acidez Ativa), estão em equilíbrio com os  $H^{+1}$  da Acidez Potencial. Ao se neutralizar os  $H^{+1}$  da solução do solo, mais  $H^{+1}$  de formas trocáveis e não trocáveis (Acidez Potencial) passam para a solução, restaurando a Acidez Ativa. Essa tendência de resistir à mudança do seu pH constitui o Poder Tampão do Solo. O Poder Tampão será tanto maior quanto mais elevado o teor de matéria orgânica (grupos COOH) e de argilominerais e óxidos, que são fontes de  $H^{+1}$  e  $Al^{+3}$  para solução do solo. Solos arenosos e/ou pobres em matéria orgânica têm, portanto, baixo Poder Tampão. Desta forma verifica-se, que para diminuir a acidez de um solo não basta eliminar os íons  $H^{+1}$  da solução do solo, é necessário adicionar uma quantidade de corretivos suficiente para consumir também uma proporção significativa da acidez potencial e alcançar a elevação do pH a um nível desejado. Como fontes de acidez temos, entres outros fatores:

O pH é importante porque ele afeta a disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais no solo

A matéria orgânica influencia do pH se estiver no nível adequado, ajudando no poder de tamponamento, ou seja, o pH tende se neutralizar e se estiver alguma mudança de reação encontrará uma certa resistência

Para KIEHL (1985) a materia orgânica possui elevado poder de tamponamento do solo. Poder tampão ou grau de tamponamento de uma substância é a propriedade que ela tem de resistir contra uma mudança brusca do pH do meio em que se encontra... o poder tampão do solo é devido à presença de minerais de argila e da matéria orgânica; quanto maior o teor de matéria orgânica do solo maior será sua resistência à mudança de reação.

No ambiente, a MOS funciona como ácido fraco, agindo como par conjugado ácido/base. A diversidade química dos componentes da MOS está relacionada com sua diversidade de grupamentos funcionais, fazendo com que a MOS tenha ação tamponante numa ampla faixa de pH do solo. Em solos ácidos, tem-se observado o aumento do pH com a adição de matérias orgânicas, tais como: esterco fresco (suíno e bovino, principalmente) e camas de aviário.

Para Gismonti (2010) O poder tampão será tanto maior quanto mais elevado o teor de matéria orgânica, de argilominerais, e de óxidos de ferro e alumínio, que são fontes de  $Al^{3+}$  e  $H^{+}$  para a solução do solo. Os solos arenosos, pela pobreza em matéria orgânica, possuem baixo poder tampão.

### 2.2.3 Matéria Orgânica como fonte de macro e micro nutrientes

Como foi mencionado anteriormente, a MOS melhora as características físicas, químicas e biológicas dos solos, sendo considerada uma substância condicionadora. Um exemplo da importância da sua aplicação, mesmo na cafeicultura tradicional reside no fato de que possui o poder de adsorver ou reter nutrientes, tais como potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, cobre, zinco, amônio, sódio, etc. Liberando-os posteriormente para as plantas (EMBRAPA 2010).

De acordo com Ricci (2010), a vantagem desta retenção está na diminuição das perdas por lixiviação. Esta retenção pode ser entendida tomando-se como exemplo a atração que o ímã realiza quando em contato com limalhas de ferro, as quais ficam aderidas ao ímã, sem, contudo, fazerem parte de sua composição ou estrutura molecular. Por exemplo, em solos pobres em matéria orgânica, o potássio aplicado via fertilizantes minerais, é facilmente deslocado para as camadas mais profundas do solo pela água das chuvas ou da irrigação, comprometendo o retorno econômico esperado com a aplicação do fertilizante, o qual poderia ser potencializado caso o teor de MOS estivesse em níveis adequados.

O fósforo é um nutriente importante para o desenvolvimento do cafeeiro que, no entanto, é uma cultura eficiente no uso de fosfato de fontes naturais. Para correção do nível de fósforo são recomendados: termofosfatos, fosfato de rocha natural, ou mesmo a farinha de osso. Deve-se atentar para a possibilidade de contaminação por metais pesados quando do uso de escórias ou mesmo pó de rocha, preferindo sempre fontes comprovadamente isentas de contaminações indesejáveis.

O potássio é o nutriente mais importante para o cafeeiro por estar relacionado com os processos de frutificação e de defesa natural das plantas (Guimarães et al., 2002). As fontes de potássio recomendadas na agricultura orgânica são as cinzas vegetais, a casca de café, a vinhaça, o sulfato de potássio e o sulfato duplo de potássio e magnésio.

Nos solos brasileiros é comum haver deficiência de alguns micronutrientes. Esses elementos são importantes não só pelo seu papel no metabolismo das plantas como também por suas relações com os mecanismos de defesa das plantas. De acordo com Guimarães et al. (2002), nas condições brasileiras, zinco, boro e cobre estão entre os micronutrientes mais importantes para o cafeeiro e as fontes recomendadas incluem o pó de basalto, os sulfatos,

algas marinhas e os biofertilizantes, onde estes nutrientes estão na forma complexada com a matéria orgânica.

A monitorização constante do estado nutricional do cafeeiro é a chave para o desenvolvimento de plantas saudáveis e produtivas. Portanto, a manutenção dos teores de MOS, quer seja através da aplicação de adubos orgânicos, quer seja através de outras práticas de manejo, torna-se indiscutivelmente necessária à recuperação e/ou manutenção de potencial produtivo de qualquer sistema agrícola.

### **2.3 Matéria Orgânica na biologia do solo**

Nas últimas décadas, a preocupação com a rápida degradação dos solos agrícolas no mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde as elevadas temperaturas e umidade são mais propícias à decomposição da MOS, despertou grande interesse pela qualidade do solo e pela sustentabilidade da exploração agrícola. Surgiram assim, vários conceitos de qualidade do solo, entre os quais está o de Doran & Parkin, citado por PAVAN (2005), que define a qualidade do solo como sendo a sua capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal de forma saudável na face da terra.

O solo é habitado por uma enorme variedade de microorganismos vegetais (microflora do solo) e animais (microfauna do solo) e ainda por organismos animais que vão de dimensões submicroscópicas a dimensões médias ou mesmo relativamente grandes (macrofauna).

As atividades dos diversos grupos de organismos do solo estão interligadas entre si e com as condições do ambiente prevalentes a cada momento, verificando-se que a população microbiana se ajusta rapidamente às variações dessas condições ambientais e que são estas que fundamentalmente determinam o sentido em que a atividade dessas populações se desenvolve mais do que a espécie ou o número de microorganismos presentes.

A ação microbiana do solo depende, entre outros fatores, da temperatura, arejamento e condições de umidade, reação e teor em elementos nutritivos, e da competição e antagonismos que se estabelecem entre os próprios grupos de microorganismos. A intensidade de decomposição da matéria orgânica é tanto menor quanto mais baixa é a temperatura para temperaturas entre 5 e 30°C e a baixas temperatura verifica-se que uma vez estabilizada a baixa taxa de decomposição as perdas em matéria orgânica são pequenas e nota-se uma certa



tendência para se formarem resíduos ricos em azoto. Para altas temperaturas, entre 45 e 75°C, e quanto mais elevada for a temperatura, a intensidade de decomposição também diminui, em condições de umidade suficiente mas não excessiva, reduzindo o arejamento, faz diminuir a atividade microbiana e principalmente modifica o sentido em que se processa a decomposição muito especialmente em relação aos produtos finais dessa atividade.

As bactérias são o grupo mais importante de organismos do solo, no qual, em condições favoráveis, atingem números extraordinariamente elevados. Há bactérias aeróbias obrigatórias, anaeróbias obrigatórias e facultativas. As primeiras obtêm o seu oxigênio do ar, e só prosperam, portanto em solos bem arejados. As segundas não necessitam de oxigênio gasoso, ou são mesmo prejudicadas por este, pelo que se encontra em solos compactos e/ou com drenagem deficientes; a sua atividade é muito inferior à das primeiras. As chamadas facultativas constituem o grupo mais importante, e atuam tanto num caso como no outro.

As bactérias desempenham papel importante na decomposição de resíduos orgânicos e na formação do húmus, e incluem organismos fixadores de azoto amoniacal em azoto nítrico (nitrificação). Das bactérias fixadoras de azoto, uma (*Rhizobium*) vivem em simbiose com leguminosas, fixando azoto em nódulos das raízes destas. Outras, não-simbióticas, obtêm o azoto o azoto do ar e energia da decomposição de resíduos vegetais. É o caso do *Azotobacter* e da *Beijerinckia*; aeróbios, e do *Clostridium pastorianum*, anaeróbio.

As bactérias são, em geral, bastante exigentes em cálcio e prosperam especialmente em solos de reação levemente ácida a levemente alcalina.

Os fungos podem atingir no solo uma massa total superior à das bactérias. São provavelmente todos heterofróticos e, em certas condições, parecem ser dos organismos do solo mais aptos para decompor a lenhina. Algumas espécies são depredadoras de protozoários e de nemátodos. São em geral menos exigentes em cálcio e mais tolerantes da acidez do que as bactérias.

Certos fungos vivem em simbiose com as raízes de plantas superiores, cujo desenvolvimento parece beneficiar. As associações de fungos e raízes são conhecidas por micorrizas.

As algas incluem espécies que provavelmente realizam fotossíntese, e algumas fixam o azoto do ar. Desenvolvem-se principalmente na camada superficial de solos encharcados. Parece desempenharem papel importante no arejamento de solos pantanosos. Quanto a exigências em cálcio, aproximam-se mais das bactérias do que dos fungos.

A microfauna do solo inclui principalmente protozoários, nemátodos e ainda micro-artrópodos. A macrofauna é constituída principalmente por anelídeos, artrópodos e ainda gasterópodos e alguns mamíferos.

Dos nemátodos, muitos se alimentam de matéria orgânica em decomposição, de elementos da microflora do solo e, possivelmente, de protozoários. Vários são depredadores de outros elementos da fauna do solo, incluindo outros nemátodos. Há também nemátodos parasitas das plantas superiores e que, por isso, têm sido mais bem estudados, não interessa referir aqui especialmente.

Dos micro-artrópodos, podem citar-se os ácaros, aracnídeos que, na sua maior parte, se alimentam de resíduos vegetais e de fungos, e certos insetos apterigotas (Collembola), que utilizam matéria orgânica em decomposição, e são dos insetos que pode encontrar-se em maior número no solo.

Dos anelídeos têm extraordinária importância as minhocas. Quando abundam, contribuem muito para incorporar os detritos vegetais que caem sobre o solo na massa deste, pelo menos até cerca de 15 a 20 centímetros de profundidade. Com efeito, levam tais detritos para os canais que abrem o solo e aí são mais acessíveis à ação microbiana. Além disso, juntamente com os resíduos vegetais e dejetos animais de que se alimentam, ingerem partículas terrosas, e parte das suas glândulas digestivas segrega carbonato de sódio.

## **2.4 Fontes de Matéria Orgânica**

Podem-se encontrar diversas fontes de Matéria Orgânica, para ser disponibilizados às culturas como, por exemplo, a cultura cafeeira.

A facilidade de decomposição desses materiais depende da relação carbono:nitrogênio (relação C:N), que significa a proporção de carbono contida no material em relação ao nitrogênio. O valor ideal está em torno de 30:1. Quanto menor o valor desta relação, mais fácil será a sua decomposição. Materiais ricos em nitrogênio, tais como os esterco e palha de leguminosas são os que possuem menores valores dessa relação, que variam entre 20:1 e 30:1, enquanto nas palhadas esta relação varia de 35:1 até 100:1. No quadro 1 está apresentada a relação C:N dos principais resíduos orgânicos que podem orientar a escolha.

### **Relações C:N de diferentes resíduos**

Material	C:N	Material	C:N
Esterco bovino	18/1	<i>Crotalaria juncea</i>	26/1
Esterco de aves	10/1	Capim coloniãõ	27/1
Esterco de suíno	19/1	Capim jaraguá	64/1
Esterco de ovinos	15/1	Capim-limãõ (cidreira)	62/1
Esterco de eqüinos	18/1	Capim pé-de-galinha	41/1
Cama de aviário	14:1	Capim mimoso	79/1
Laranja: bagaço	18/1	Capim guiné	33/1
Mandioca: folhas	12/1	Capim gordura	81/1
Mandioca: hastes	40/1	Banana: talos de cachos	61/1
Café: borra	25/1	Banana: folhas	19/1
Café: palha	31/1	Trigo: cascas	56/1
Café: casca	53:1	Cana-de-açúcar: bagaço	22/1
Arroz: casca e palha	39/1	Trigo: palhas	70/1
Serragem de madeira	865/1	Mandioca: folhas	12/1
Sangue seco	4/1	Mandioca: ramas	40/1
Algodãõ: casca de sementes	78/1	Mandioca: cascas de raízes	96/1
Cápsulas de mamona	44/1	Aveia: cascas	63/1
Milho: palha	112/1	Aveia: palhas	72/1
Milho: sabugos	101/1	Abacaxi: fibras	44/1
Feijãõ: palha	32/1	Eucalipto: resíduos	15/1
Gramma batatais	36/1	Torta de mamona	10/1
Gramma seda	31/1	Torta de cacau	11/1
Mucuna preta: sementes	14/1	Torta de coco	12/1
Feijãõ guandu	29/1	Torta de babaçu	14/1
Feijãõ-de-porco: folhas	19/1	Serrapilheira	17/1
Feijãõ-de-porco: vagens	49/1	Samambaia	109/1

**Quadro 1.** Relações C:N de diferentes resíduos viáveis para compostagem ou cobertura do solo (valores médios). Fonte: Parte dos dados desta tabela foram extraídos de Kiehl (1985).

### 2.4.1 Estercos

Encontram-se nessa categoria os esterco provenientes de bovinos, eqüinos, caprinos, suínos, ovinos, aves e coelhos, cuja composição química varia com o sistema de criação, a idade do animal, a raça e a alimentação.

É recomendável que a cafeicultura orgânica seja integrada à atividade animal, a fim de reduzir os custos de produção. Neste caso, a atividade animal deve ser realizada conforme as regras estabelecidas pela agricultura orgânica de acordo com a regulamentação da Lei 10.831/2003. No caso de esterco obtido de fora da propriedade, o produtor deve estar atento à origem do mesmo, especialmente quanto à presença de aditivos químicos e/ou estimulantes,

hormônios, medicamentos, sanitizantes e resíduos de alimentos não permitidos. É recomendável que o produtor antes de utilizar o esterco, discuta com a certificadora às restrições específicas do mercado comprador. O esterco deve ser preferencialmente compostado, ou então, deve ser estabilizado ou curtido (envelhecido naturalmente por um período de pelo menos 6 meses).

As boas práticas agrícolas recomendam o uso do esterco compostado ou estabilizado por um período longo de tempo com adição de calcário (Neves et al., 2004b). Essas recomendações objetivam o uso seguro do esterco na produção por possibilitarem a eliminação de microrganismos patogênicos que porventura existam. Além disso, reduzem a presença de sementes de plantas espontâneas e a fitotoxicidade.

#### **2.4.2 Restos culturais**

Os restos culturais remanescentes de áreas sob cultivo, além de servir como alimento animal, pode no solo ter vários destinos: A queima é o método mais fácil de eliminá-los da área; a devolução ao solo através da incorporação é outra forma de retirá-los de cima da superfície, quando a quantidade não é demasiada e; podem ser simplesmente deixados sob a superfície do solo, formando uma cobertura. A forma como os restos culturais são manejados, pode proporcionar efeitos diferentes nas características físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, afetar diretamente o desenvolvimento das culturas exploradas.

A prática de deposição dos restos culturais sobre a superfície do solo é denominada de cobertura morta. Essa prática atua significativamente no regime térmico do solo, principalmente pela reflexão e absorção de energia incidente e está relacionada à cor, ao tipo, à quantidade e à distribuição da palha sobre a superfície (SILVA, 2003). A cobertura morta sobre o solo reduz a incidência da radiação e retarda o aquecimento do solo, face reduzir a evaporação e por manter o solo úmido, elevando a sua capacidade calorífica (SILVA, 2003). Entretanto, a diminuição das perdas de umidade do solo através de uma cobertura vegetal ineficiente em termos de proteção, é em alguns casos mais importante que o incremento de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, pois a perda de água no sistema é o maior fator limitante à produtividade. Assim é fundamental que se aplique sistemas de exploração agrícola visando não somente o controle de perdas de solo por erosão, como também, melhor aproveitamento da água, evitando-se taxas excessivas de escoamento superficial e evaporação. A manutenção de restos vegetais na superfície do solo, além de elevar a umidade do solo e reduzir a variação de temperatura, acarretando benefícios para a planta e para o

próprio solo através da manutenção da atividade microbiana, consiste numa reserva considerável de nutrientes. Os nutrientes contidos nos restos vegetais podem ser removidos para o solo pela ação de soluções aquosas como a chuva, caracterizando a reciclagem de nutrientes, pois as plantas retiram os nutrientes de camadas subsuperficiais e os liberam em camadas superiores.

Entretanto, Araújo al. (2004) informam que em clima tropical e subtropical a decomposição dos resíduos culturais é rápida, e que se deve atentar também para a persistência e durabilidade da cobertura vegetal.

### **2.4.3 Composto orgânico**

Chamamos de composto o adubo orgânico proveniente da compostagem, uma prática milenar de estabilização de esterco e outros resíduos orgânicos.

Para produzir um composto seguro em relação aos microrganismos potencialmente patogênicos é preciso que sejam observados os seguintes aspectos:

- As pilhas devem ser reviradas e misturadas a cada 7-8 dias, no mínimo 5 vezes durante o processo.
- A temperatura deve se manter entre 55 e 70°C durante pelo menos nos primeiros 15 dias (Kiehl, 1985).

Durante a compostagem, escorre um líquido escuro das pilhas, denominado chorume. Este material, se possível, deve ser recolhido e retornado à pilha, pois representa excelente fonte de nutrientes. Após cerca de 50 dias, normalmente, o composto está pronto para ser usado.

Para se fabricar um composto orgânico há necessidade de materiais vegetativos disponíveis: restos culturais, conjugados com esterco animal, e meio rico em nitrogênio e microrganismos (GOMES, 1985).

Matéria Orgânica é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos, compostos de carbono degradável (COSTA, 1994).

O composto orgânico é um fertilizante a base de resíduos orgânicos que são decompostos de maneira controlada originando um fertilizante rico em nutrientes e em matéria orgânica que ao ser aplicado no solo proporciona um aumento da vida microscópica do solo.

A prática de se amontoar os restos vegetais e animais para fermentar e depois empregar como adubo é realizada há muito tempo pelos agricultores. O vocábulo “compost” da língua inglesa deu origem à palavra composto, para indicar o fertilizante preparado a partir de restos vegetais e animais através de um processo denominado compostagem (KIEHL, 1985).

Segundo Silva (2008), todos os restos orgânicos vegetais ou animais encontrados poluindo o meio ambiente nas propriedades agrícolas podem ser utilizados na fabricação de compostos. Atualmente, os materiais mais utilizados são: restolho de culturas; palhas e cascas (espiga de milho, arroz, palhada do feijão); vagem; bagaço de cana; palha de carnaúba; palha de café; serragem; sobra de cocheiras e camas de animais.

Alguns compostos orgânicos têm a propriedade de se ligarem com íons metálicos de ferro, manganês, zinco e cobre. Por este processo em alguns casos, é possível eliminar-se efeitos tóxicos de manganês através da adubação orgânica (KIEHL, 1985).

O cultivo de espécies perenes, tais como café, fruteiras entre outras, geralmente favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo, em função de diversos fatores, tais como menor revolvimento da camada arável, maior entrada de biomassa vegetal através de podas, quedas de folhas, galhos, ramos e frutos e maior proteção do solo contra erosão.

Atualmente, fala-se muito do café produzido de forma orgânica (café orgânico), sistema de produção que evita ou exclui o uso de agroquímicos e de adubos minerais de alta solubilidade. Entretanto, considerando-se os benefícios da MOS para os agroecossistemas, a manutenção dos seus teores torna-se igualmente importante para os sistemas tradicionais de cultivo, devendo a sua aplicação ser realizada sempre que possível, mesmo que os programas de adubação sejam constituídos predominantemente por formulações minerais comerciais, como também é bem vinda a adoção de práticas de manejo que favoreçam o acúmulo ou a manutenção da MOS, tais como plantio direto, adubação verde, uso de cobertura morta, roçada do mato ao invés da capina completa, práticas de controle da erosão etc.

Como dito a MOS melhora as características físicas, químicas e biológicas dos solos, sendo considerada uma substância condicionadora. Um exemplo da importância da sua aplicação, mesmo na cafeicultura tradicional reside no fato de que possui o poder de adsorver ou reter nutrientes, tais como potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, cobre, zinco, amônio, sódio etc, liberando-os posteriormente para as plantas. A vantagem desta retenção está na diminuição das perdas por lixiviação. Esta retenção pode ser entendida tomando-se como exemplo a atração que o ímã realiza quando em contato com limalhas de ferro, as quais

ficam aderidas ao ímã, sem, contudo, fazerem parte de sua composição ou estrutura molecular (RICCI, 2010).

Por exemplo, em solos pobres em matéria orgânica, o potássio aplicado via fertilizantes minerais, é facilmente deslocado para as camadas mais profundas do solo pela água das chuvas ou da irrigação, comprometendo o retorno econômico esperado com a aplicação do fertilizante, o qual poderia ser potencializado caso o teor de MOS estivesse em níveis adequados.

Portanto, a manutenção dos teores de MOS, quer seja através da aplicação de adubos orgânicos, quer seja através de outras práticas de manejo, torna-se indiscutivelmente necessária à recuperação e/ou manutenção de potencial produtivo de qualquer sistema agrícola.

#### **2.4.4 Adubação Verde**

A adubação verde, nada mais é do que plantas cultivadas no local da cultura em questão e/ou trazidas de tora com a finalidade de ser incorporada ao solo para preservar e/ou melhorar sua fertilidade

Podem ser utilizada em consórcio, rotação de culturas, cercas-vivas, quebra-ventos, faixas de contorno e bordaduras. A utilização de biomassa vegetal como fonte de matéria orgânica representa uma oportunidade para o cafeicultor diminuir a sua dependência da criação animal.

Diversos trabalhos têm demonstrado o efeito dos adubos verdes nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Entre os efeitos da adubação verde na fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca de cátions efetiva (t), a diminuição dos teores de alumínio e a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes (CALEGARI et al., 1992). No entanto, sabe-se que esses efeitos são bastante variáveis, dependendo da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio e corte do adubo verde, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores (ALCÂNTARA et al, 2000).

A presença de vegetação cobrindo o solo protege-o do impacto das chuvas e, conseqüentemente, da erosão, aumentando a infiltração e capacidade de retenção de água dos

solos, a porosidade e a aeração do solo e atenua as oscilações de temperatura e umidade, intensificando a atividade biológica. Também, contribui para diminuir a necessidade do controle de plantas daninhas.

Segundo MIYASAKA et al. (1983), as leguminosas são mais utilizadas como adubo verde, a principal razão para este preferencial esta em sua capacidade de fixa N (nitrogênio) da atmosfera mediante a simbiose com bactéria do gênero *Rhizobium/ Bradyrhizobium* nas raízes. Outros motivos são o alto teor de composto orgânico nitrogenado e a presença de sistema radicular geralmente bem aprofundado e ramificado capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

A produção de massa vegetal do adubo verde é um aspecto de grande importância, pois algumas espécies apresentam grande crescimento vegetativo, em trabalhos com feijão guandu, feijão de porco, mucuna preta, mucuna rajada, crotalária juncea, crotalária paulinea, verificou que feijão guandu e crotalária juncea foram às espécies que mais se destacaram na produção de massa verde e matéria seca (KIEHL, 1985)

As plantas de crotalária, feijão guandu, mucuna preta e soja geralmente possuem raízes bem ramificados e profundos, capaz de extrair os nutrientes que se encontram nas camadas mais profundas do solo (não prontamente disponível) e que são devolvidos a camada arável após a incorporação das leguminosas ao solo aumentado sua disponibilidade para culturas seguintes. As leguminosas além de aumentar os teores de N (nitrogênio) e matéria orgânica no solo, promovem a reciclagem dos nutrientes devido a sua capacidade de exploração do solo, proporcionando assim, diversos benefícios, sendo esses químicos, físicos e biológicos (ANDRADE, 1982).

A adubação verde permite ainda o aporte de quantidades expressivas de fito massa, possibilitando uma elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos. Como consequência, obtêm-se um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas do solo, reduzindo perdas por lixiviação (KIEHL, 1985).

A partir da decomposição dos resíduos vegetais pode ocorrer uma diminuição na acidez do solo. Isto porque durante a decomposição dos resíduos, são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar íons  $Al^{+++}$  presentes na solução do solo, reduzindo desta forma o alumínio tóxico do solo (NELSON, 1996).

Consideram ainda, como critérios para o consórcio de culturas perenes com adubos verdes, que o cultivo deva ser efetuado em períodos de excedente hídrico, para evitar a



competição por água; que o adubo verde tenha baixo nível de competição por nutrientes; que a competição por nutrientes possa ser caracterizada como temporal em relação à fase de crescimento da planta, com maior absorção e acúmulo no final do florescimento e início da frutificação (ARAÚJO; BALBINO, 2007).

As leguminosas são as plantas preferidas para serem cultivadas em consórcio com o cafeeiro com o objetivo da formação da matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, da sua riqueza em elementos minerais, do seu sistema radicular bastante ramificado e profundo, da capacidade de mobilização dos nutrientes do solo e, principalmente, da possibilidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico (MALAVOLTA, 1982). Essas plantas podem, também, ser utilizadas para proteger os cafeeiros contra os ventos (MELLES; SILVA, 1978).

Uma forma eficiente e relativamente barata de se elevar o teor de matéria orgânica dos solos é por meio da adubação verde e da adição de adubos orgânicos. Muitos produtos que podem ser utilizados como adubos orgânicos são produzidos nas próprias unidades de produção, como os esterco, camas de aviário, palhas, restos vegetais e compostos. Resíduos da agroindústria também podem ser usados e nessa categoria estão incluídas as tortas oleaginosas (amendoim, algodão, mamona, cacau), borra de café, bagaços de frutas e outros subprodutos da indústria de alimentos, resíduos das usinas de açúcar e álcool (torta de filtro, vinhaça e bagaço de cana) e resíduos de beneficiamento de produtos agrícolas.

O agricultor deve selecionar o tipo de adubação em função da disponibilidade local, levando em consideração principalmente a distância da fonte até o local onde será utilizado, visto que a despesa com transporte pode elevar os custos ou até inviabilizar a atividade.

## **2.5 Matéria Orgânica na cafeicultura**

Na cultura cafeeira, como nas demais culturas, a matéria orgânica é indispensável, durante as fases da cultura. Como por exemplo: melhora a aeração do solo, a retenção de água, além de disponibilizar diversos nutrientes para a cultura.

Segundo a EMBRAPA (2010) adubação do cafeeiro deve ser planejada de acordo com as análises do solo e dos tecidos foliares e as quantidades variam em função da idade da planta e do tipo de adubo usado, das perdas de nutrientes que venham a ocorrer, entre outros aspectos.

Na agricultura orgânica não é permitido o uso de determinados fertilizantes químicos, de alta concentração e solubilidade, tais como uréia, salitres, superfosfatos, cloreto de potássio e outros.

### **2.5.1 Matéria Orgânica na produção de muda**

O valor, a maneira de aplicar, as dosagens e a ação dos fertilizantes orgânicos têm sido por diversas vezes um assunto polêmico entre os pesquisadores.

A matéria orgânica como nas outras fases da cultura cafeeira é indispensável durante o processo de produção de mudas.

De acordo com Campinhos Jr & Ikemori (1983), um substrato é ideal quando satisfaz as exigências físicas e químicas e contém quantidades suficientes de elementos essenciais (ar, água, nutrientes minerais) ao crescimento e desenvolvimento das plantas. A matéria orgânica apresenta muitas características desejáveis para a composição de substratos utilizados na formação de mudas de café, constituindo-se em umas das fontes mais comuns em macro e micronutrientes, sendo sua utilização comprovadamente indispensável.

De acordo com Janick (1968), a fonte de matéria orgânica utilizada com maior frequência na composição de substratos é o esterco curtido de animais, que atua como reservatório de nutrientes e de umidade e aumento do fornecimento de nutrientes às plantas. Gomes et al. (1985) estudaram diferentes substratos e suas misturas na formação de mudas de eucaliptos em tubetes e concluíram que a mistura obtida entre composto orgânico (80%) e moinha de carvão (20%) apresentou maior agregação entre o substrato e o sistema radicular das mudas. Dantas (1992) recomenda, para a produção de mudas de eucaliptos em tubetes, que seja incluído na mistura um composto de carvão na proporção 80:20, devido ao crescimento que proporciona às mudas e à agregação das raízes ao composto. Gomes et al. (1985) observaram que a mistura composta de 60% de material orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo produziu muda de café cujo desenvolvimento foi superior àquelas produzidas somente com substrato-padrão.

Dentre as várias alternativas de utilização de diferentes fontes de matéria orgânica na composição de substratos, destaca-se a utilização de húmus de minhoca e de moinha de carvão. Theodoro et al. (1997) testaram diversas doses de húmus de minhoca, esterco de curral e composto orgânico na composição do substrato utilizada para a obtenção de mudas de café e observaram que quando o vermicomposto foi utilizado na mesma dose do esterco de

curral, não ocorreram variações significativas nos parâmetros avaliados e, portanto, não houve variação na qualidade das mudas obtidas.

### **2.5.2 Matéria Orgânica no Plantio**

Para que se tenha um bom resultado no plantio das mudas cafeeiras, assim como nas outras fases da cultura, é indispensável o uso da matéria orgânica nos solos.

No Plantio é necessário um bom preparo do solo, para tanto realizando-se com antecedência análise do mesmo e as correções adequadas de acordo com os resultados da análise. Realizar um bom preparo das covas e dos sulcos de plantio, seguindo sempre um plano de adubação e nutrição, incluindo uma fonte de composto orgânico, seguindo sempre as orientações de técnico capacitado.

Para a formação de mudas de cafeeiro em substrato orgânico, ainda não existe recomendação técnica, faltando pesquisas nessa área (Theodoro, 1997). Assim, foi desenvolvido o estudo visando comparar o efeito de diferentes substratos orgânicos no crescimento de mudas de café.

De acordo com Veneziano (2000), o preenchimento das covas durante o plantio pode-se utilizar o esterco de curral (curtido), além da adubação de plantio. Considerando o teor de matéria orgânico obtido na análise de solo recomenda-se: matéria orgânica menor que 20 g/kg aplicar 10 litros/cova; entre 20 a 30 g/kg aplicar 6 litros/cova; e maior que 30 g/kg aplicar 2 litros/cova. Isso é, quando houver disponibilidade desse adubo orgânico. Caso for possível usar essa adubação orgânica não precisa adubar com nitrogênio.

Após o pegamento das mudas procede a adubação de cobertura que consiste aplicação dos adubos ao redor da planta numa distância de 10 cm do caule. No caso que não foi aplicado o adubo orgânico recomenda-se aplicar 4 g de nitrogênio/planta de dois a três vezes durante o período chuvoso (VENEZIANO, 2000).

### **2.5.3 Matéria Orgânica na manutenção da cultura**

Atualmente, fala-se muito do café produzido de forma orgânica (café orgânico), sistema de produção que evita ou exclui o uso de agroquímicos e de adubos minerais de alta solubilidade. Entretanto, considerando-se os benefícios da MOS para os agroecossistemas, a manutenção dos seus teores torna-se igualmente importante para os sistemas tradicionais de

cultivo, devendo a sua aplicação ser realizada sempre que possível, mesmo que os programas de adubação sejam constituídos predominantemente por formulações minerais comerciais, como também é bem vinda a adoção de práticas de manejo que favoreçam o acúmulo ou a manutenção da MOS, tais como plantio direto, adubação verde, uso de cobertura morta, roçada do mato ao invés da capina completa, práticas de controle da erosão etc.

A pesquisa da adubação orgânica em café data de 1928, quando Camargo & Herntann iniciaram estudo racional da adubação do cafeeiro no Instituto Agrônômico (Camargo & Hermann, 1928).

Já anteriormente, Dafert, em 1891, havia realizado estudos de adubação em cafeeiro em experimento. Com plantio de linhas de cafeeiros plantados lado a lado. Entre os 24 tratamentos foram incluídos a aplicação de palha de café e de esterco, e o uso de adubos verdes. Apesar de não ter sido possível a análise estatística por ter sido plantado com distribuição sistemática dos tratamentos, os dados obtidos em Campinas durante o período de 1931 a 1944, mostraram que a adubação orgânica complementada com adubação química deu bons resultados e que a adubação verde, em comparação com o tratamento sem adubo, foi prejudicial à produção nos três primeiros biênios e produziu aumentos de produção nos quatro triênios seguintes, determinando uma produção relativa de 117 % para o período total, em comparação com a testemunha (100%). A aplicação de esterco, da palha de café e destes complementados com adubação química, tiveram uma produção relativa de 211%, 275% e 319%, respectivamente. (Fraga & Conagin, 1956).

Em 1935, foram instalados em Pindorama ensaios de adubação de café, os quais incluíam tratamentos com adubos orgânicos. Os tratamentos com adubos verdes, palha de café e esterco tiveram uma produção relativa, durante o período de 1940 a 1954, de 116%, 145% e 132%, respectivamente, em comparação à produção do tratamento sem adubo, considerada 100%. A adição de adubos químicos aos referidos tratamentos sempre aumentou a produção.

Em 1953, foi instalado um ensaio de restauração de lavoura velha em Ribeirão Preto, por Franco et al (1960), em que foi incluído o estudo de adubação verde. O objetivo deste ensaio era estudar as possibilidades de aumentar a produtividade de um cafezal velho sem o emprego de esterco, visto que se evidenciava na época, que a aplicação de matéria orgânica (esterco de curral e composto) não era suficiente para elevar o nível irrisório da produção média do Estado, de 25 arrobas por mil pés, e evitar o nomadismo da cafeicultura à procura de

terras de mata, ricas em matéria orgânica, após o empobrecimento dos solos por falta de uma adubação conveniente para a conservação da fertilidade inicial.

Neste ensaio foram empregados como adubo verde a soja e o feijão de porco. No primeiro período, de 1954 a 1959, o efeito do adubo verde não apresentou nenhuma reação na produtividade e no segundo período, de 1960 a 1963, a reação foi negativa, reduzindo a produção das parcelas em comparação com as não tratadas, em 11% .

Em 1954, experimento semelhante foi instalado em Pindorama utilizando a crotalária e a soja. As produções de 1955 a 1960 permitiram concluir que a adubação verde não contribuiu para o aumento da produção.

Até 1954, a adubação básica geralmente preconizada para o cafeeiro era de 10 a 15 Kg (+1-50 litros) de esterco de curral ou outro adubo orgânico equivalente, além de uma pequena quantidade de fertilizantes químicos.

Ainda segundo o mesmo autor, a partir de 1955, a Seção de Café do Instituto Agrônomo de São Paulo, modificou as normas para a adubação do cafeeiro, tornando facultativo o emprego de adubos orgânicos e elevando consideravelmente as quantidades de fertilizantes, estabelecendo limites de 200g de N, 100g de P<sub>205</sub> e 200g de K<sub>2O</sub>/cova, para a produção de 100 sacas de café em coco por 1000 pés e recomendando a aplicação em cobertura e parcelada de fertilizantes várias vezes por ano.

Em 1956, em Campinas, foi instalado um experimento na Granja São Martinho, (Lazzarini et al, 1975), em local onde havia sido empregada a soja perene incorporada repetidamente com calcário, para restauração da fertilidade do solo. No ensaio foram testados a aplicação de adubos orgânico, como: o composto na quantidade de 20 Kg por cova, com ou sem adubação mineral; o esterco de galinha nas quantidades de 6, 12, 18 e 30 Kg, mais adubação mineral até 540 g de N, 35 g de P e 232 g de K por ano. Instalado o cafezal com 3 anos de idade, as produções de quatro anos, correspondentes de 1957 até 1960, não mostraram diferenças significativa., provavelmente devido às elevadas quantidades de nutrientes disponíveis, por efeito dos tratamentos de recuperação do solo.

A partir de 1958 adotou-se a adubação mineral ou química como básica e, quando possível, complementada com a adubação orgânica (Kiehl, 1985).

Em 1958, foi instalado novo ensaio para testar a viabilidade do emprego da adubação mineral sem adição de matéria orgânica (Lazzarini et al, 1975 e 1967). Foi escolhido um local no Horto Florestal de Batatais, com características de terra de campo de baixa fertilidade, PH em torno de 4,5, baixos teores de Ca, Mg, K e P e muita pouca matéria orgânica. Os

tratamentos foram: esterco, esterco + NPK + calcário; NPK; NPK + calcário; NPK + calcário + micronutrientes e NPK + micronutrientes. As produções de 1960 a 1969 mostraram que os efeitos obtidos com aplicações de NPK + calcário + micronutrientes não diferiram daqueles obtido com aplicações de esterco + NPK + calcário, evidenciando a possibilidade da exploração econômica da cultura cafeeira com o emprego de fertilizantes minerais contornando a inviabilidade da aplicação de 20 Kg de esterco por cova, como era recomendado, ou seja, 20 t de esterco por ano para a manutenção de 1000 cova. de cafeeiro.

Além destes experimentos com matéria orgânica, onde se inclui a adubação verde apenas com o propósito de fertilizar o solo, outros trabalhos foram realizados para estudos de conservação do solo, os principais deles são os de Kihel (1985), que descrevem algumas leguminosas e suas vantagens na conservação do solo em cafezais, e de Marques (1950), que abrange todas as práticas conservacionistas possíveis de ser usada em café inclusive a adubação verde.

Posteriormente, a Seção de Conservação do Solo, utilizando práticas vegetativas para conservação do solo Lazzarini (1975), verificou também que a adubação verde e a alternância de capinas reduziram a produção do cafeeiro, devido, provavelmente à concorrência, embora sejam práticas que melhor controlam as perdas por erosão. Em outro trabalho, em que se comparam práticas conservacionistas em solos podzolizados, Lombardi et al (1975b) verificaram que as práticas vegetativas controlaram 77% das perdas de terra e 65% das perdas de água e as práticas edáficas controlaram 91% das perdas de terra e 81% as perdas de água, em relação às práticas que alteram a superfície do solo. Todavia ocorreu redução nas produções, e todos os tratamentos tiveram um efeito apenas até o quinto ano de cultura, após o qual a conservação do solo é relacionada com a proteção oferecida pela cobertura vegetal do próprio cafeeiro.

Lombardi et al (1975c), empregando os mesmos tratamentos em latossolo roxo, verificaram que apenas as práticas edáficas mostraram diferenças no controle das perdas de terra e água, e que estas perdas reduzidas no latossolo roxo, foram diminuídas após o quinto ano da cultura.

Em relação à utilização da matéria orgânica em plantios comerciais de café. Alguns autores apontam efeitos benéficos quando da sua utilização (Bragança, 1986; Gomes et al., 1965; Rocha et al., 1980); outros, porém, obtiveram resultados indiferentes (Franco et al., 1960; Pavan, Chaves e Mesquita Filho, 1986).

Segundo Medcalf citado por Malavolta et al. (1982) a utilização de capim gordura e colonião como cobertura morta proporcionaram um aumento apreciável no teor de matéria orgânica do solo, e conseqüentemente na produtividade de café.

Malavolta et al. (1982) cita que o esterco de curral, aplicado na base de 10 quilos (peso seco) por cafeeiro e por ano quase sempre apresenta resultados satisfatórios na produção de café, especialmente quando completado com fertilizantes minerais. Em solos muito deficientes em potássio, a palha do café substitui o esterco com vantagem. Malavolta (1996) as cascas de café são ricas em nutrientes, contendo em cada Kg, cerca de 15 g de N, 0,1g de P e 25 g de K, sendo assim interessante retorná-las ao cafezal.

No entanto o emprego de material orgânico pobre em nitrogênio com alta relação C/N, como é o caso da serragem de madeira, bagaço de cana e palha de arroz, poderá induzir uma forte deficiência de nitrogênio nos cafeeiros, se não for feita uma suplementação desse nutriente por outra fonte, prejudicando a produção (Malavolta et al 1982).

Vários estudos evidenciam a possibilidade de substituição parcial das adubações químicas por adubos orgânicos, desde que se tenha o equilíbrio necessário dos nutrientes para o cafeeiro. Pavan et al. (1986) avaliaram, durante 7 anos, em Morretes, o efeito de diferentes coberturas na melhoria das condições de um latossolo vermelho-amarelo álico, cultivado com cafeeiro Catuaí vermelho. A cobertura morta com fitomassa de *Brachiaria humidicola* na linha e entrelinha do cafeeiro foi o tratamento que mais se destacou. Ele propiciou incrementos nos teores de carbono e no PH do solo, redução dos índices de alumínio trocável, melhoria das condições químicas e biológicas do solo e maior facilidade de absorção de íons pelas raízes do cafeeiro.

Visando à recuperação de um cafezal depauperado, na região Noroeste do Paraná (latossolo vermelho-escuro), Pavan et al. (1986) demonstraram que a utilização de cobertura de capim colonião velho (6 t / ha), associada a outras técnicas de manejo do solo, contribuiu para aumentar a produtividade do cafeeiro em cerca de 90%., em relação ao tratamento com uso exclusivo de fertilizante mineral. A adubação verde foi com feijão-caupi, o composto foi à base de capim-colonião e esterco bovino, e a cobertura morta, de capim-colonião. A adubação verde com caupi influenciou a produtividade do café, mas o efeito da cobertura morta reduziu os gastos com a capina do cafezal.

De acordo com Pavan et al (1986) entre os adubos verdes testados intercalados ao café, tem-se obtido bons resultados com mucuna-cinza, mucuna-anã, crotalárias e caupi.

Chaves (1989), avaliando experimento de plantio de *Leucena* (*Leucaena leucocephala*) intercalada ao cafeeiro, em Tuneiras do Oeste, observaram valores significativos no tocante à produção de fitomassa e ciclagem de nutrientes pela espécie.

Desde que usada de forma equilibrada e balanceada no tocante ao conteúdo de nutrientes, a matéria orgânica poderia substituir a adubação química.

Furtini Neto, Cury e Guimarães (1995) detectaram que, até 2 anos após o plantio, a adubação orgânica é capaz de suprir a necessidade das plantas; entretanto, após este período, é necessário uma complementação com fertilizantes químicos.

### **2.5.3.1 Matéria Orgânica – Cobertura verde na lavoura cafeeira**

Na aplicação das práticas de controle de pragas, doenças e plantas daninhas do café, têm-se induzido muitas das vezes ao consumo excessivo de defensivos agrícolas, provocando desequilíbrio nos cafeeiros, aumentando os custos de produção e causando prejuízos ao meio ambiente. O controle das plantas daninhas ou plantas infestantes exige atenção o ano inteiro, tanto na época chuvosa como seca, se destacando por exercer influências diretas na rentabilidade da cultura, interferindo no nível de produção e afetando seu custo anual.

Considera-se adequada a aplicação do manejo integrado dessas infestantes, cuja utilização combinada, sucessiva e rotativa de diversos métodos de controle, proporciona maior eficiência de ação, melhores benefícios ao solo e a cultura. Estudos são constantes para aprimorar técnicas e recursos alternativos de controle das plantas daninhas, como exemplos das práticas de cobertura viva e morta do solo, que podem além de contribuir com a função específica de controle, melhorar também as condições da lavoura.

A cobertura viva ou cobertura verde na lavoura de café, tem a finalidade de realizar a proteção do solo e favorecer a cultura, considerando em sua adoção aspectos agronômicos, econômicos e ecológicos do sistema de produção. Dentre estes recursos fazem parte o plantio de culturas intercalares, utilização de adubos verdes, consorciação de cultivos perenes e pousio das plantas daninhas.

As plantas de cobertura podem proporcionar vantagens como fixação simbiótica de nitrogênio, controle de processo erosivo, aumento da estabilidade da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes extraídos e redução da infestação de plantas daninhas, devendo-se atentar para desvantagens como disseminação de certas pragas e doenças, concorrência por água e nutrientes com a cultura e efeitos negativos sobre o desenvolvimento e produção da cultura devido a execução de manejo inadequado.



Como culturas intercalares mais plantadas na lavoura de café, destacam-se o arroz, o feijão, o milho, a soja e o amendoim. Quanto ao número de linhas da cultura intercalar, depende basicamente da espécie a ser introduzida e do espaçamento do cafezal, devendo ficar uma faixa livre de plantio com largura de meio metro além da projeção da copa do café em cada lado de suas linhas.

Na utilização dos adubos verdes, as leguminosas tem sido as mais indicadas, podendo como exemplo serem plantadas nas entrelinhas da lavoura de café a mucuna-anã (*Stizolobium* sp), o labe-labe (*Dolichos lablab*), a crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), o amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*), a pueraria (*Pueraria phaseoloides*) e o desmodio (*Desmodium ovalifolium*). Nesta intercalação de leguminosas a atenção maior deve ser dada para o controle do seu estabelecimento, mantendo seu crescimento no máximo até a projeção da copa dos cafeeiros para evitar competição, principalmente em lavouras com desequilíbrio nutricional.

Foi feito um experimento com adubação verde na lavoura cafeeira, conduzido no período de 2008 a 2010, no setor de cafeicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho, no município de Muzambinho – MG, numa área cultivada com *Coffea arabica* L. cultivar Rubi MG - 1191, com idade de 12 anos, dispostas em espaços de 0,8m entre plantas e 4,0 m entre linhas. Os tratamentos corresponderam às espécies: soja (*Glycine max* (L). Merr), Crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.), mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L.), feijão guandu (*Cajanus cajan* L.), plantadas intercalarmenete à cultura cafeeira; e um tratamento testemunha sem plantio intercalar. Repetiu-se esse procedimento no período de outubro a novembro de cada ano da experimentação 2008 e 2009 (Dias, 2010).

De acordo com os resultados das análises de macronutrientes no ano de 2009 houve resultados estatisticamente significativos para o pH do solo, para a soma de bases, para a CTC do solo e para os teores de micronutriente no solo, comprovando assim, a melhoria da fertilidade do solo. Em relação ao pH do solo, o solo cultivado com as leguminosas soja, crotalária, mucuna e guandu apresentaram um pH mais elevado quando comparado com a testemunha (sem cultivo intercalar). Os adubos verdes mucuna e guandu apresentaram melhores resultados para os teores ferro, cobre e boro de acordo com a análise química de solo. Para os teores de zinco e manganês os melhores resultados foram obtidos utilizando o guandu como adubo verde. Os valores de cobre foram mais elevados em solos cultivados com a mucuna preta, o feijão guandu e na área sem cultivo intercalar (testemunha).

Nesse mesmo experimento, no ano de 2010, houve resultados estatisticamente significativos para a CTC do solo e para o teor do micronutriente Boro. A leguminosa mucuna preta em consórcio com o cafeeiro apresentou um menor valor da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) quando comparado com as demais leguminosas e o cultivo sem cultura intercalar (testemunha). Este resultado é diferente do ano de 2009, quando as leguminosas cultivadas em consórcio apresentaram valores de CTC superiores comparados com a testemunha. O teor de Boro no solo foi menor quando a cultura intercalar ao cafeeiro foi o feijão guandu.

Quanto ao teor de nitrogênio nas folhas do cafeeiro nesse experimento não houve diferença significativa. Os percentuais médios de Nitrogênio nas folhas do cafeeiro variaram de 2,7250% (Testemunha – sem cultivo intercalar) a 2,7825% (mucuna preta). Estes percentuais de N presentes nas folhas do cafeeiro encontram-se dentro dos limites considerados ideais por Andrade (2001) que estabelece como adequados valores entre 2,7 a 3,2% de N.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso irracional do solo proporciona a diminuição de MOS. Com isso necessita adotar práticas de cultivo, a utilização de adubos orgânicos, cobertura morta, adubação verde para que ocorra um aumento na MOS.

Um nível adequado de matéria orgânica proporciona melhor estrutura no solo, quanto na física e na química, na física ajuda na agregação de partículas, na porosidade e a retenção e infiltração de água que diminui a perda de solo por erosão e de nutrientes por enxurradas. Na química a matéria orgânica tem como efeito o poder tampão e diminuição de perdas de nutrientes por lixiviação, devido a melhora da CTC e do pH.

Na cafeicultura a adubação orgânica tem como objetivo fornecer nutrientes conforme a necessidade da planta, a matéria orgânica proporciona uma umidade do solo por um período mais longo e melhora a estrutura do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 277-288, 2000.

ARAUO, S.B.J.; BALBINO, S.M.J. **Manejo do guandu( *cajanus cajan(L.) millsep*) SOB DOIS TIPOS DE PODA EM LAVOURAS CAFEIRAS**. Vendas Novas do Imigrantes/ ES fevereiro de 2007.

ARAÚJO, J. B. S. **Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico**. 2004. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRAGANÇA, J. B. **Utilização de esterco na substituição parcial da adubação química do cafeeiro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985, Caxambu, MG.Resumos... Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 130-132.

Calegari VC, Alves M, Picardi PK, Inoue RY, Franchini KG, Saad MJ, et al. **Suppressor of cytokine signaling-3 provides a novel interface in the cross-talk between angiotensin and insulin signaling systems**. *Endocrinology* 2005; 146: 579-88.

Camargo & Hermann,1928. A utilização da Matéria Orgânica na Cafeicultura. Disponível em:

<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=3623>. Acessado em 20/05/2010.

CARVALHO JÚNIOR, J.; BRAGANÇA, R.; RIBEIRO, E.; BENITES, V. **Comparação entre Métodos de Determinação de Carbono Orgânico do Solo e das Frações Húmicas Compact. disk**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, Rio de Janeiro, 1997. Informação, Globalização .Uso de Solo. Trabalhos. Rio de Janeiro: SBSC/ EMBRAPA, 1997.

CAMPINHOS JUNIOR, E. & IKEMORI, Y.K. **Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais**. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.28, p.226-228, jan/fev. 1983. 4º Congresso Florestal Brasileiro.

Chaves e Mesquita Filho, 1986. **A Utilização da matéria Organica na Cafeicultura**. Disponível em <http://www.florestasite.com.br/matorgagri.htm>. Acessado em 25/04/2010.

COSTA, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura “adubação orgânica”**. São Paulo: Ícone, 1994. 102 p.

DAFERT. Franz Josef Wilhelm. **A Utilização da matéria Organica na Cafeicultura**. Disponível em <http://www.florestasite.com.br/matorgagri.htm>. Acessado em 25/04/2010.

DANTAS, C.E.S. **Crescimento e composição mineral de mudas de eucaliptos produzidas em composto orgânico em função da aplicação de fertilizantes minerais**. Viçosa, 1992. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

DIAS, M.M. **Adubação Verde na Cafeicultura**. Trabalho de conclusão de curso. IFET Sul Minas- Campus Muzambinho. 2010.

Ekwue, 2010. Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010

EPSTEIN, E., TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. **Effects of sewage sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties**. Journal Envi-ronment Quality., v.5, p.422-426, 1976.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.;CURI, N. **Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da Região Sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.23,p.515-524, 1999.

FRAGA JÚNIOR, C. G.; CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 17, p. 177-191, 195

FRANCO, A. A.; FONSECA, O. O.; MARRIEL, L. Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010.

FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; GUIMARÃES, P. T. G. Fontes de matéria orgânica e fertilização química na formação e produção de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) em latossolo da região dos cerrados. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 19, n. 3, p. 256-264, jul./set. 1995.

GOMES, J.M.; COUTO, L. & PEREIRA, A.R. **Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor**. *Árvore*, Viçosa, v.9, n.1, p.58-86, 1985.

GUIMARÃES, P. T. G.; NOGUEIRA, F. D.; LIMA, P. C. de; GUIMARÃES, M. J. C. L.; POZZA, A. A. A. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 63-81, 2002.

HUANG, P. M. **Soil Chemistry and Ecosystem Health**. SSSA Special Publication n. 52. Madison: Soil Science Society of America, 1998. 386p.

JANICK, J.A. **A tecnologia da horticultura**. In: JANICK, J.A. *Ciência da Horticultura*. Viçosa: Freitas Bastos, 1968. p.159-396.

JARBAS, T.; MANZATTO, C.; STRAUCH, J.; LIMA, E.; **Assim, vamos aprender sobre os solos!**

KIEHL, J. E. Preparo de composto na fazenda. **Casa da Agricultura**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 6-9, 1981.

KIEHL, J. E. Cultivo do café orgânico. Disponível em (1985):

[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico\\_2ed/adubacao.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/adubacao.htm). Acessado em 20/05/2010.

Laiartni et all, 1975. Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010

LAZZARINI, W.; MORAES, F. R. P. de; MORAES, M. V. de; TOLEDO, S. V. de & FIGUEIREDO, J. I. **Experimentação cafeeira**, 1929-1963. Campinas, Instituto Agrônômico, 1975. 296p.

Lehrsch G.A., Sojka R.E., Carter D.L., Jolley P.M. Freezing effects on aggregate stability affected by texture, mineralogy, and organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1991;

LIMA, J.M.J.C. Alterações de propriedades de solos cultivados com cana-de-açúcar. Piracicaba, 1995. 170 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Lmarini et all., 1976). Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010

Lombardi et al (1975c). Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Agrônômica Ceres, 1985. 492p.

MAGDOFF, F. **Building Soils for Better Crops: Organic Matter Management**. Lincoln: Univ. of Negraska Press, 1992. 433p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 1982. 319 p.

Marques, (1950). **A utilização da Matéria Orgânica na Cafeicultura**. Disponível em:

<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=3623>. Acessado em 20/05/2010.

MELLES, C.C.A.; SILVA, C.M. de. **Culturas intercalares**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.70-71, 1978.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALIERI, P.A.; GODOY, I.J.; CURI, S.M.; LOMBARDI-NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELLINI, G.S.; BULISANI, E.A. **Adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 138p.

Monnier, G. 1965. **Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols**. Thèse. Faculté des sciences de Paris

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. **Total carbon, organic carbon and organic matter**. In: Methods of Soil Analysis Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series n° 5. Madison: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1996. p.963-1010.

NEVES, M. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D.; PEIXOTO, R. dos G. T. **Riscos associados ao uso de fertilizantes**. In: ELEMENTOS de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC. Brasília: CampoPAS, 2004b. p. 87-97.

OADES, J.M. **An Introduction to Organic Matter in mineral Soils**. In: Mineral environments. 2a ed. SSSA Book Series n. 1. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 89-159.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M. N. **Classes Gerais de Solos do Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 203p.

Panayiotopoulos e Kostopoulou, (1989) Disponível em <http://solos.ufmt.br/docs/solostrop/cap3.pdf>. Acessado em 22/04/2010

PAVAN, M.A.; SIQUEIRA, R.; FARIA, R.T. de; MACHADO, P.L.O. de A.; MIYAZAWA, M. **Influência da umidade do solo no diagnóstico da deficiência de zinco em cafeeiro**. *Ciência e Cultura*, v.38, p.1695-1699, 1986.

PEDINI, S. *Produção e certificação de café orgânico*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2000. p. 333-360.

Ricci, M.S.F. A Importância da Matéria Orgânica para o Cafeeiro. Disponível em [http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/mat\\_org\\_cafeeiro.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/mat_org_cafeeiro.html). acessado em 20/07/2010

SCHWERTMANN, U. **Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammonium-oxalat-Lösung**. Zeitschrift fuer Pflanzenernahrung-Düngung und Bodenkunde, Weinheim, v.105, n.3, p.194-202, Jan. 1964.

Singer, M.J., G.L. Huntington, and H.R. Skitchley. 1977. **Erosion prediction on California rangeland: Research developments and needs**. In: Proceedings of a National Conference on Soil Erosion: Prediction and Control. May 24-26, 1976. Soil Conservation Society of America, Special Publication #21

SILVA NETO, L.F. **Influência do plantio direto e da cobertura vegetal sobre os atributos físicos e matéria orgânica do solo e produtividade do milho.** 2003. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba - PB.

STEVENSON, E. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** New York, NY: John Wiley & Sons., 1982. 443p.

SWIFT, R. S. Organic Matter Characterization. In: **Methods of Soil Analysis Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series nº 5.** Madison: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1996. P. 1011-1069.

THEODORO, V.C.A.; CARVALHO, J.G.; ASSIS, M.P.; GUIMARÃES, R.J.; SILVA, E.B. & FERREIRA, L. **Uso do vermicomposto na produção de mudas de cafeeiro (Coffea arabica L.).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., Manhuaçu, 1997. Anais... Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1997. p.164-166.

VIANA,(1987). **A Utilização da matéria Orgânica na Cafeicultura.** Disponível em <http://www.florestasite.com.br/matorgagri.htm>. Acessado em 25/04/2010

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. dos; VIEIRA, N. F. **Solos: propriedades, classificação e manejo.** Brasília: MEC/ABEAS, 1988.

VENEZIANO (2000). Acessado em 23/06/2010. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/calagem.htm>.