

**ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO**

Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

---

**AMILTON GONÇALVES DA SILVA**

**MÉTODO DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO  
ORGÂNICO A PARTIR DE MATÉRIA  
PRIMA VEGETAL E ANIMAL**

---

**Muzambinho  
2008**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

---

---

***Muzambinho, 12 de junho de 2008***

**AMILTON GONÇALVES DA SILVA**

**MÉTODO DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO  
ORGÂNICO A PARTIR DE MATÉRIA  
PRIMA VEGETAL E ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
EAFMuz, como parte das exigências do Curso  
Superior de Tecnologia em Cafeicultura

Orientador: Dr. Marcelo Breganholi

**Muzambinho  
2008**

SILVA, Amilton Gonçalves. **A viabilidade da utilização de compostos orgânicos em solos agricultáveis**. 2008. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Cafeicultura). Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

## RESUMO

O TCC vem esclarecer que a utilização de compostos orgânicos está entre as alternativas viáveis de melhoramento de solos, pois atua em vários aspectos e proporciona melhores condições para o solo melhorar sua estruturação, que é atuante na melhoria da retenção de umidade e na diminuição da erodibilidade desse solo. O trabalho mostra como compostar os resíduos orgânicos de maneira adequada e em locais apropriados, esclarecendo as particularidades referentes ao ambiente de preferência dos microorganismos atuantes na compostagem, e sua ação degradativa da matéria prima a ser compostada, além de demonstrar a sequência do processo de compostagem desde a fase fitotóxica até fase a maturação completa ou humificação do composto esclarecendo o papel benéfico que o composto exerce no solo ser aplicado. Conclui-se que a utilização de compostos orgânicos melhora as características físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, aspectos que influenciam positivamente para a formação e condução de lavouras mais vigorosas, resistentes, produtivas e sustentáveis.

### ***Palavras chaves:***

Composto orgânico:

Erodibilidade:

Humificação:

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	6
2. JUSTIFICATIVA .....	7
3. OBJETIVOS .....	8
3.1. Objetivo Geral .....	8
3.2. Objetivo Específico .....	8
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1. Definição de compostagem.....	9
4.2. Composto orgânico .....	9
4.3. Aspectos Gerais.....	10
4.4. Particularidades benéficas da matéria orgânica .....	12
4.5. Cuidados com o planejamento da compostagem .....	14
4.6. Cálculo de produção .....	15
4.7. Pátio para a compostagem .....	15
4.8. Dimensões e formato das leiras e montes .....	16
4.9. Tratamento das leiras .....	17
4.10. Tratamento do chorume .....	17
4.10.1. Lidar adequadamente com o odor da compostagem.....	18
4.11. Evolução da maturação do composto .....	19
4.12. Principais agentes transformadores de matéria prima .....	21
4.12.1. Temperatura .....	21
4.12.2. Potencial de hidrogênio ou pH.....	23
4.12.3. Matéria Orgânica .....	24
4.12.4. Relação C/N.....	25
4.13. Teor de Cinza .....	25
4.14. Índices de Nitrogênio Total.....	26
4.15. As propriedades do húmus.....	27
4.15.1. Físicas .....	27
4.15.2. Químicas.....	28
4.15.3. Físico-químicas.....	29
4.15.3.1. CTC .....	29
4.15.3.2. Formação de quelados .....	29
4.15.3.3. Superfície Específica .....	30
4.15.4. Propriedades Biológicas .....	30
4.15.4.1. Causa da produção de odores.....	30
5. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## INTRODUÇÃO

A agricultura nacional melhora seus índices de produtividade cada ano mesmo sofrendo com o elevado custo para a recuperação dos solos, que geralmente são solos desgastados e mal manejados, necessitando efetivar a incorporação de fertilizantes minerais, organominerais ou orgânicos. A possibilidade de dar condições para os solos aumentarem a produtividade das culturas instaladas é de grande interesse para a agricultura, uma vez que o princípio da competitividade relaciona-se diretamente com o maior retorno econômico ao produtor rural.

Atualmente já é de consciência da maioria, a necessidade da utilização de manejos que visam o desenvolvimento sustentável nas áreas destinadas ao cultivo agrícola, dando condições para que possa alcançar uma maior produtividade por área e com isso a propriedade rural conseguirá obter uma maior produtividade que se explica através da melhoria de vários aspectos do solo em relação à fertilidade, além de outros benefícios.

A adoção de um manejo mais adequado no solo através da aplicação de compostos orgânicos é de importância para todo o sistema biológico do solo que, promove vantagens ambientais e ainda adiciona fertilizante orgânico ao solo melhorando o potencial agrônomo da área de cultivo. A compostagem dos resíduos orgânicos originado dentro das propriedades, se apresenta como uma alternativa muito viável economicamente, tanto do ponto de vista ambiental como do agrônomo.

A adubação orgânica compreende o uso de resíduo animal, vegetal, agro-industrial e outros com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas sem que a propriedade perca o caminho da sustentabilidade ambiental, que caminha no sentido da preservação dos recursos naturais, para que esses não se esgotem e possam ser utilizados de maneira consciente pelas próximas gerações.

## 2. JUSTIFICATIVA

Com a produção e a utilização de compostos a partir de seus próprios resíduos orgânicos, a propriedade agrícola visa a melhoria de suas áreas, tornando-as mais férteis e sustentáveis. Isso é possível através do aproveitamento dos resíduos animais e vegetais, que muitas vezes são desperdiçados. A compostagem dos resíduos orgânicos e sua utilização na agricultura torna o solo condicionado pela presença da matéria orgânica, reciclando os nutrientes, tornando possível uma recuperação de amplo aspecto de solos erodidos, depalperados e de baixa fertilidade. Os compostos orgânicos são mais completos que os fertilizantes convencionais pois atuam no aspecto químico (assim como os adubos minerais), físico e biológico do solo (característica singular dos adubos orgânicos). Compostos orgânicos fornecem nutrientes para o solo, diminuindo a necessidade de adubos minerais, podendo diminuir o custo de produção e consequentemente tornar a propriedades mais lucrativas.

Os compostos orgânicos fornecem ao solo, através da matéria orgânica, um maior poder de retenção de água, como “efeito esponja”. Uma melhor estruturação do solo permite a maior formação e penetração das raízes nesse solo, atuando num maior raio de ação melhorando o desenvolvimento das plantas.

Com a utilização dos compostos é possível aumentar a CTC (capacidade de troca catiônica) do solo, promovendo maior solubilização e uma liberação lenta desses nutrientes que serão utilizados à medida da necessidade da cultura instalada. Nos compostos estão presentes uma infinidade de nutrientes que são disponibilizados, através da ação de microorganismos, para as culturas perenes como o café.

Muitas empresas agroindustriais dispõem de grandes volumes de matéria prima que são aptas para ao preparo de compostos orgânicos. A exemplo das usinas de álcool que comercializam parte de seus resíduos o qual poderão ser negociados e adquirido por um custo aceitável.

A utilização desses compostos fazem com que o sistema água-solo-planta seja favorecido, pois melhora a fertilidade e a estrutura, dos solos fazendo com

que haja disponibilidade de nutrientes e de água em quantidades satisfatórias para as plantas cultivadas nesse local.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Demonstrar que a utilização de compostos orgânicos em áreas cultiváveis, aumenta a fertilidade e baratear o custo de produção das áreas contribuindo ainda para a recuperação de áreas degradadas pelo manejo inadequado pelo uso excessivo de adubação mineral, com a constante compactação da camada sub-superficial do solo, com a degradação das partículas das camadas superficiais do solo e causada pela utilização de máquinas agrícolas favorecendo a acidez, a baixa fertilidade de solo.

#### **3.2. Objetivo Específico**

Fazer com que os resíduos agroindustriais não aproveitados possam ser compostados conforme as necessidades e condições de disponibilidade do produtor de matérias primas como o bagaço de cana, palha de milho, casca de arroz, pó de serra, turfa, folhas e galhos secos misturados a esterco, são fontes ideais de matéria prima para ser compostada e transformada em fertilizantes orgânicos.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. Definição de compostagem**

Kiehl (1985) define compostagem como sendo: “um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação de uma massa heterogênea de matéria orgânica” e nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, concentração das condições ideais para que os microorganismos decompositores se desenvolvam (temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis) pois utilizam dessa matéria orgânica como alimento e sua eficiência baseia-se na interdependência e interrelacionamento desses fatores.

O processo é caracterizado por fatores de estabilização e maturação que variam de poucos dias a várias semanas, dependendo do ambiente. A matéria prima é produzida em grandes quantidades pela agricultura e pecuária, através principalmente pelos restos de cultura e pelos dejetos além de resíduos agroindustriais, os quais são despejados, em alguns casos, em locais inadequados afetando o ecossistema próximo.

### **4.2. Composto orgânico**

O vocábulo “compost”, da língua inglesa, deu origem a palavra composto, para indicar o fertilizante orgânico preparado a partir de restos vegetais e animais através de um processo denominado compostagem (KIEHL, 1998).

É um material rico em húmus de cor escura, com teor de matéria orgânica de 50% a 70% de matéria orgânica, obtido pelo processo de compostagem. O composto orgânico é considerado um fertilizante orgânico, pois é preparado com esterco e restos vegetais que em condições normais não possuiriam valor agrícola.

As camadas de diferentes materiais orgânicos são empilhadas, revolvidas para que se processe. A composição final do composto orgânico vai depender da natureza da matéria prima utilizada.

Espera-se que o composto orgânico atue no solo com uma ação de amplo aspecto, pois não apenas fornecerá nutrientes para o solo, além de proporcionar um condicionamento estrutural para o solo que faz com que melhore o desenvolvimento da cultura instalada.

### **4.3. Aspectos Gerais**

Para fabricar o fertilizante se torna necessária a obtenção de matéria prima que geralmente é encontrada na propriedade e muitas vezes são depositadas em locais desapropriados causando mau cheiro e a poluição do ecossistema. Em uma propriedade agrícola (fazenda, granja, sítio ou chácara) deve-se aproveitar intensamente, tudo o que possa servir para a fertilização do solo (MALAVOLTA, 2002).

A casca dos frutos do cafeeiro que são obtidas após beneficiamento seco ou úmido é considerado um produto residual sem aproveitamento e que trazem problemas aos produtores. O resíduo quando não aproveitado diretamente na lavoura, tem sido depositado em áreas marginais das lavouras ou lançado nos cursos de água dos rios, constituindo prática ambientalmente reprovável. Esses depósitos inadequados constituem severa fonte de contaminação e um problema ambiental muito sério (MARTINEZ, 1999).

Para amenizar o problema das águas residuárias estão fazendo o retorno dessas águas para uma nova passagem pelo lavador, fazendo com que haja redução na quantidade de água gasta no processo. Depois de reaproveitada o maior número de vezes possível antes de interferir na composição do produto final, a água deve ser direcionada até um poço de contenção para que as partículas mais densas afundem, diminuindo a quantidade de sais da água.

A matéria orgânica tem um papel importante na fertilização do solo; esse papel é complexo e exercido por mecanismos diversos, agindo de um lado nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo e, de outro, diretamente na fisiologia vegetal (KIEHL, 1993).

A capacidade de troca de cátions (CTC) da matéria orgânica humificada do solo varia de 100 a 300meq/100g de material orgânico, enquanto os componentes minerais do solo responsáveis pela retenção de cátions como a caulinita apresenta CTC de 3 a 15meq/100g. trabalhos de pesquisa conduzidos em São Paulo mostraram que a matéria orgânica contribui em média com 74 por cento da CTC dos solos do estado apud (RAIJ, 1969).

Ao sofrer a decomposição, a matéria orgânica gera dois importantes componentes: nutrientes e húmus, os quais conjuntamente formam um fertilizante organomineral natural, de auto valor agrícola (KIEHL,1993).

Os efeitos biológicos do húmus são: o estímulo que proporciona na alimentação mineral das plantas, aumentando a absorção dos nutrientes minerais, o desenvolvimento radicular, a atividade respiratória entre outros.

### ***Efeitos do húmus benéficos para o solo***

É antiga a frase: o húmus torna leves os solos pesados e torna pesado os solos leves. Isto quer dizer que a matéria orgânica humificada, ou seja aquela que não tem mais características de restos vegetais e animais que lhe deram origem, torna mais permeável os terrenos argilosos e menos soltos os arenosos e menos soltos os arenosos (MALAVOLTA, 2000).

O húmus quando incorporado ao solo tem uma ação condicionadora benéfica, pois proporciona condições favoráveis ao melhor desenvolvimento das culturas agrícolas.

O húmus é um estimulante natural de crescimento pois tem ação na maior absorção de micronutrientes, maior desenvolvimento radicular proporcionando um maior vigor das plantas cultivadas.

#### **4.4. Particularidades benéficas da matéria orgânica**

A matéria Orgânica exerce apreciável influência nas propriedades físicas do solo, daí ser classificada por certos autores como material melhorador do solo e não como fertilizante, fornecedora de nutrientes (KIEHL, 1985).

Sabe-se que a MO tem efeito direto sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo, sendo considerada uma peça fundamental para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em qualquer ecossistema terrestre. Do aspecto 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.

A matéria orgânica melhora a estruturação. A estrutura é o resultado da agregação das partículas primárias areia, silte e argila e outros componentes do solo como a matéria orgânica e o calcário, originando massas distintas e formando agregados estáveis; os agregados dão arranjos com formas definidas, constituindo o que se reconhece como estrutura do solo (KIEHL, 1985).

A MOS atua diretamente sobre a fertilidade do solo que constitui a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, como também indiretamente, através da disponibilidade, evitando suas perdas.

No aspecto biológico a MO aumenta a atividade da biota do solo (organismos presentes no solo), sendo fonte de energia e de nutrientes para a mesma.

Através de estudos se caracterizou a necessidade de aumento dos níveis de MO em solos da região, cujo quais são geralmente lavados e pobres, em alguns casos com elevada porcentagem de areia e baixa porcentagem de MO, características que trazem dificuldade a esses solos de obterem resultados de produção satisfatórios e resposta ao manejo utilizado nas culturas perenes.

A MO do solo possui um poder tampão do solo que é muito benéfico para promover uma melhora nas condições de solo e o grau de tamponamento do solo. Poder tampão é a quantidade de base necessária para elevar o pH do solo em

0,25 unidades; o poder tampão tem a sua variação definida pelo tipo de solo e pela faixa de variação de pH. Se os solos não tivessem esse poder tampão poderiam ocorrer variações bruscas de pH nesses solos fazendo com que espécies de microorganismos benéficos morressem.

A matéria orgânica contida no composto, quando adicionada ao solo como fertilizante, atua diretamente na vida do solo, constituindo fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam do seu ciclo biológico (KIEHL, 1998).

A MO é considerada como um alimento para fauna e flora melhorando assim todo o ecossistema existente naquela região e também o sistema imunológico desse solo.

Os agregados ou grumos de solos com alta taxa de M.O. são extremamente benéficos para uma melhor estruturação dos solos que com isso ocorre uma menor incidência de erosão em seus diversos níveis.

A presença da MO faz com que ocorra uma reação química denominada Complexificação (imobilização) do alumínio e ferro tóxicos, situação que é altamente benéfica para o aumento de produtividade já que o alta taxa de cátions de alumínio no solo fazem com que as adubações aplicadas nesse solo não apresentem respostas satisfatórias trazendo prejuízo para os produtores em geral.

A quantidade e a qualidade da matéria orgânica são determinadas principalmente pelas atividades dos microorganismos que, por sua vez, são influenciados pela umidade, arejamento, pH e temperatura (MALAVOLTA, 2000).

A MO em solos férteis é quase uma constante, portanto a utilização de compostos orgânicos é uma forma de aumentar os níveis de M.O. nos solos brasileiros, que são situados, relativamente próximas da linha do Equador, portanto onde o clima é tropical e concentram as maiores temperaturas médias do globo terrestre e também onde ocorrem os maiores níveis de evapotranspiração da água para a atmosfera tornando o ambiente com maior umidade relativa do ar compondo as condições necessárias para a proliferação dos microorganismos que degradam a M.O. numa velocidade maior fazendo com que nossos níveis de M.O.

sejam baixos, sendo necessário a reposição periódica de MO para que os solos possam se manter ou recuperar após as safras anuais.

#### **4.5. Cuidados com o planejamento da compostagem**

A vistoria do local é importante para se constatar algum fator climático, se é protegido do sol, vento e chuva para que a temperatura e umidade da leira não se altere demasiadamente.

No processo de compostagem deve ter uma atenção especial para alguns aspectos da matéria prima e algumas reações bioquímicas e biofísicas da ação dos microorganismos. Para material muito lenhoso devemos observar alguns fatores:

- Os pedaços devem ter dimensões entre cinco e dez centímetros;
- Deve-se deixar de molho para que o material absorva água e adquira uma melhor condição de se decompor;
- Se o material for muito fibroso, deve-se compostar o material seco, para que não ocorra o empastamento da massa;
- Deve-se observar periodicamente a umidade do material que deve estar entre 50% a 60% (ideal), numa ocasião extrema a umidade mínima seria de 40% a 50% para que os microorganismos possam ter uma ação minimizada da força degradativa, ocasionando maior gasto de tempo para se efetuar a compostagem;
- O pisoteio da leira com o objetivo de se fazer a aeração é pratica não recomendada pois com a utilização dessa prática a massa pode empastar e prejudicar a maturação do composto;
- Deve-se iniciar a compostagem pelo material mais lenhoso, com a proporção de 2/3 de palha somada a 1/3 de esterco. Pode ser adicionado urina, pó de rocha e fosfatos afim de aumentar a concentração de nutrientes presentes no composto, originando um composto organomineral;

Tabela 1. Quantidade de resíduos produzidos diariamente por algumas espécies animais.

<b>Espécie</b>	<b>Fezes (Kg/dia)</b>	<b>Urina (Kg/dia)</b>
Bovino (453 Kg)	23,5	9,1
Equino (385 kg)	16,3	3,6
Suíno (72 Kg)	3,4	1,8
Aves (1,6 Kg)	0,1	-

Fonte: Trani et al – 1981.

#### **4.6. Cálculo de produção**

A obtenção de dados relacionados a prévia quantificação da produção é necessário para que haja um conhecimento da quantidade de composto para a utilização ou para a comercialização. A melhor forma é a utilização de balanças do tipo rodoviária, que faz pesagem da matéria prima contida na carroceria dos caminhões ao entrarem na área de compostagem. Caso não haja a disponibilidade de uma balança desse porte, deve-se retirar amostra da matéria prima para pesagem e medição do volume, em seguida estima-se o volume e peso total da leira.

#### **4.7. Pátio para a compostagem**

Em empresas especialistas no trabalho de compostagem o pátio geralmente é pavimentado, mas em se tratando de compostagem de resíduos da propriedade, não é necessário todo esse investimento, deve ser escolhido um local mais apedregulhado com uma declividade de dois a três por cento, visando o escoamento da água da chuva.

Entre as leiras, que devem ser feitas no sentido da declividade, é feito corredores que auxiliarão no escoamento de água. Esse corredor deve seu tamanho adaptado ao modo de revolvimento das leiras, para que a parte no fundo da leira seja levado até a superfície e ocorra uma aeração uniforme beneficiando a compostagem.

#### **4.8. Dimensões e formato das leiras e montes**

As leiras podem ser feitas em formato triangular ou trapezoidal e podendo ter um formato cônico. O formato mais comum é o triangular, nesse caso a largura da leira estará associada a altura da mesma.

Ao se trabalhar com uma leira mais alta, as dimensões da base também serão de um tamanho maior. A altura de uma leira deve medir em torno de 1,5 a 1,8 m de altura e de 2,5 a 4 m de largura.

Ao montar as leiras se devem tomar algumas providencias, como:

Calcular a produção, como deve ser o pátio de compostagem, como tratar as leiras, acompanhar as fases de maturação, conhecer as características e as propriedades do húmus.

Quando o material a ser compostado é espalhado em leiras no pátio, as leiras ficam com suas faces laterais inclinadas de 30 a 40 graus em relação a vertical. Essa variação na inclinação das faces laterais das leiras se explica pela diferença granulométrica, umidade do material e a forma de se dispor do composto.

O formato de monte cônico é utilizado quando a quantidade de matéria prima a ser compostada é pequena. A preferência da utilização do formato cônico se deve a facilidade de revolvimento pelo trabalhador que consegue andar ao redor do monte para revolvê-lo.

Ao escolher fazer uma leira ou monte alto, deve-se observar a possibilidade da ocorrência de compactação e uma menor aeração nas partes inferiores, podendo contribuir para a fermentação anaeróbica indesejável em algumas fazes da compostagem.

#### **4.9. Tratamento das leiras**

Para que a compostagem não seja prejudicada é importante que a umidade seja controlada; no caso de excesso de umidade recomenda-se um enleiramento mais baixo (espalhado) para que o excesso de água evapore mais rapidamente, até que a umidade da massa fique por volta de 55% que é a recomendação mais atualizada.

O pátio de compostagem deve ser pavimentado, sendo geralmente empregado a pavimentação asfáltica. Deve haver um declive de dois a três por cento para a remoção da água da chuva, evitando-se o encharcamento das bases das leiras de composto (KIEHL, 1998).

A determinação rápida de umidade deve ser feita através da pesagem de uma amostra do composto e posteriormente essa amostra é levado para uma estufa com graduação para 60-65°C por um período de 4 horas e fazer uma nova pesagem e determinar a porcentagem de umidade.

Devemos ficar atentos para alguns subprodutos da compostagem:

#### **4.10. Tratamento do chorume**

O chorume se caracteriza pelo caldo escuro que o processo de compostagem faz escorrer das leiras. Há uma vasta denominação para o chorume como: sumeiro, caldo, percolado e purina que são de pouca utilização.

Recebe o nome de chorume o líquido escuro e de mau cheiro que escorre da leira de composto em processo de compostagem. O chorume também é conhecido pelas denominações de caldo, sumeiro, percolado e purina estes dois últimos menos empregados (e os únicos que o dicionário Aurélio registra) (KIEHL, 1998).

A indicação é que numa leira de compostagem que está sendo bem conduzida, não ocorra a liberação de chorume, que ocorre quando o material a ser compostado está muito molhado, nesse caso deve-se espalhar a leira para

favorecer a secagem. Em leiras mais altas há ocorrência de uma maior pressão na parte inferior da leira promovendo a produção do caldo.

Esse caldo é um fertilizante orgânico líquido pode ser aplicado as lavouras, pois essa operação já é utilizada pela indústria de processamento de álcool, como um meio de devolver os nutrientes necessários a uma boa produtividade.

#### **4.10.1. Lidar adequadamente com o odor da compostagem**

As áreas destinadas a compostagem são mal vistas pela população em geral, por conta do incômodo que o mau cheiro proporciona aos moradores da redondeza. Para evitar esse tipo de incômodo as áreas escolhidas devem ser localizadas distantes de moradias ou zona urbana.

Os odores que são liberados nas áreas de compostagem são produzidos por motivos distintos como:

O odor natural da decomposição da matéria prima que é proveniente da fermentação anaeróbica dos aglomerados vegetais e resíduos animais geralmente ricos em proteína se desprendem causando mau cheiro. Matérias primas como esterco, cama aviária também exalam odores desagradáveis ao serem compostados.

As usinas de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar, bem como as estações de tratamento de lodo de esgoto, são tidas como produtoras de mau odor que pode se difundir pelas redondezas. Por esse motivo devem ser instaladas em locais longe de moradias (KIEHL, 1998).

Existe o odor causado pela compostagem mal conduzida pela falta de revolvimento das leiras fazendo com que as bactérias anaeróbicas se ativem e promovam a fermentação anaeróbica e também a putrefação da massa, causando um mau cheiro proveniente do gás ácido sulfídrico, mercaptanas (dimetildissulfeto, dimetilsulfeto, metilmercaptanas) que sua composição é à base de enxofre (S).

Para acabar com esse problema é necessário o revolvimento da leira para tornar o processo anaeróbico para aeróbico, que exalam apenas vapor de água e gás carbônico, que são substâncias desprovidas de cheiro.

O odor causado pela produção de chorume é bem característico. A produção de chorume ocorre quando há excessiva umidade da leira, que é resultado de leiras muito altas, pois a camada de matéria prima na leira fica muito espessa e dificulta a evaporação dessa elevada quantidade de água permitindo a produção do caldo que escorre das leiras liberando o forte odor.

Devem ser observados outros fatores para a redução do odor que devem ser ressaltados como fazer valetas para escorrer e não deixar ocorrer acúmulos de chorume no pátio, evitar compostar em épocas de chuvas para que não ocorra esse problema.

#### **4.11. Evolução da maturação do composto**

A evolução do composto se resume a um processo denominado “processo de cura” esse processo se estabelece em três fases: a fitotóxica, fase de semi-cura e maturação. Cada fase da compostagem é caracterizada pelas suas particularidades individuais e pela sua importância para a obtenção de um fertilizante de boa qualidade.

A decomposição do material orgânico é diferenciada segundo as características físicas, químicas e biológicas dos seus diversos componentes. Os açúcares, amidos e proteínas simples são decompostos primeiro; a seguir há a decomposição de proteína bruta e da hemicelulose. Outros componentes, como a lignina e as gorduras, são mais resistentes (MIYASAKA et al, 1983).

A fase fitotóxica é caracterizada pela iniciação da decomposição da matéria orgânica contida nas leiras de matéria prima e pela percepção da liberação de calor com vapor de água e o CO<sub>2</sub>, que é atribuído a ação de microorganismos no início da decomposição. Em uma semana a temperatura chega ao máximo (fase termófila) e o volume já é diminuído para um terço do volume inicial.

Nessa fase, pela qual a matéria prima se processa, ocorre um retardamento no processo de decomposição denominado “Lag” período em torno de 15 a 20 dias. Ainda nesse período ocorre a liberação de elementos que são desprendidos e volatilizados, originando um cheiro característico.

Quando a relação C/N (carbono/nitrogênio) for menor que 57, o tempo total para a maturação do composto não deve ultrapassar 60 dias; com a relação C/N entre 57 e 72, o tempo varia de 60 a 80 dias e com a relação C/N maior que 72 o tempo varia entre 80 a 100 dias. A relação C/N ideal média está entre 25-30/1.

Em todo o material orgânico cru, há ocorrência de reação ácida pois a seiva contida nas partes vegetais tem como característica a reação ácida. A massa residual proveniente de animais também se processa pela reação ácida.

Nesta fase à medida que a decomposição da matéria prima se estabelece, o consumo de N pelas bactérias é de grande intensidade, pois é imobilizando o elemento N que os microorganismos produzem a energia necessária para suas atividades.

Na Segunda fase, que é a de semi-cura ou bioestabilização, que se inicia após um período de quinze a dias referentes a primeira fase se estendendo até sessenta dias de maturação (dependendo das condições climáticas). Nesta fase a matéria prima se decompõe numa temperatura diferente gerando uma velocidade de decomposição mais lenta, em consequência disso o composto nessa fase não causa danos ao sistema radicular das plantas pois o consumo de N pelos microorganismos é baixo em relação ao início da compostagem.

Apesar de nessa fase o composto não prejudicar as plantas, ele ainda não está com suas características estabilizadas e totalmente humificada, portanto a utilização nesta fase não é recomendada.

Logo após as duas primeiras semanas deve ser feita à primeira revirada da leira e duas semanas após a primeira revirada, deve ser repetida a operação. Nesta fase deve ser utilizada lona plástica sobre o composto para evitar perdas pela volatilização.

A terceira fase onde ocorre a maturação ou humificação da M.O., isso acontece quando o composto adquire aspectos desejáveis e se enquadrando como fertilizante com suas características físicas químicas e biológicas desejadas. Nesta fase o composto não estará com cheiro forte característico das outras fases, sua coloração fica mais escura e brilhosa quando entra em contato com a água; essa fase ocorre após os 90 dias de decomposição e devendo estar pronto por volta de 120 dias.

#### **4.12. Principais agentes transformadores de matéria prima**

Após a fermentação o composto pode ser utilizado como ótimo adubo orgânico (MALAVOLTA, 2000).

Ao passar pelo processo de fermentação ou degradação, a massa compostada se transforma, devido à ação de diversos fatores que acabam resultando num material com componentes transformados.

##### **4.12.1. Temperatura**

A temperatura é rapidamente percebida pelo seu aumento, quando inicia-se a decomposição dos materiais orgânicos. Em seguida a temperatura cai, pelo fato de que a água está evaporando a medida que a decomposição se efetua.

Esta sub-fase da fitotoxicidade é denominada criófila (crio = frio). Com o passar de alguns dias começa novamente a liberação de calor originando mais duas sub-fases a mesófila e a termófila.

Tabela 2. temperaturas em Graus Celsius (°C) consideradas, ótimas e máximas para o desenvolvimento das bactérias.

<b>Bactéria</b>	<b>Mínima</b>	<b>Ótima</b>	<b>Máxima</b>
Mesófila	15 a 25	25 a 40	43
Termófila	25 a 45	50 a 55	85

Fonte: Manual da compostagem, Kiehl, 1998.

Os fatores responsáveis pela produção de calor são vários, podendo citar microorganismos, matéria prima, umidade, aeração da leira, relação C/N entre outros.

Logo após o enleiramento, a massa em decomposição começa a aumentar sua temperatura, entrando em fase mesófila, ao se manter as mesmas condições ambientais a temperatura deve dar mais um salto e alcançar o que denominamos fase termófila que deve continuar por mais ou menos tempo dependendo das características da massa. Se no decorrer da compostagem o teor de oxigênio se manter, a temperatura tenderá a baixar e novamente voltar para a fase mesófila. Ao chegar nessa fase o composto está semicurado ou bioestabilizado.

Para a obtenção do composto pronto é necessário observar a temperatura da leira até que ela entre em equilíbrio com a temperatura do ambiente, nesse momento o composto é considerado completamente curado ou humificado. Não se deve confundir com a situação de falta de água durante a compostagem, pois isso também faz com que a temperatura baixe, nesse caso o processo de decomposição controlada será quebrado e com isso a compostagem não obtem êxito.

Em cada fase a massa de resíduos deve estar numa faixa de temperatura, mas quando a temperatura é alta (acima de 70°C), constante e por períodos maiores pode-se ocorrer problemas de perda de N pela volatilização, característica que não é interessante para o aspecto nutricional do composto depois de pronto. Esse problema também é influenciado por outros fatores como a

baixa relação C/N (menor que 10/1) de alguns resíduos e a presença de reação alcalina na massa.

A temperatura não deve ultrapassar os 70°C porque além da volatilização, outro fator complicador é que a ocorrência dessa temperatura promove a coagulação dos albuminóides presentes na matéria orgânica tornando-os insolúveis em água.

Se a temperatura do composto não for constatada, deve-se verificar dois fatores:

O primeiro fator é a quantidade de microorganismos agindo na leira e o segundo é a quantidade de água que está sendo aplicada.

Se o problema for ocasionado pela falta de microorganismos, deve-se enriquecer o composto com resíduos nitrogenados como os esterco e as tortas.

No caso de a ausência de temperatura estar relacionado a falta de água, que cria um ambiente favorável ao desenvolvimento das bactérias, a leira deverá ser molhada e revolvida, não deve-se adicionar muita água para que não ocorra o encharcamento e queda nas atividades microbianas.

#### **4.12.2. Potencial de hidrogênio ou pH**

Geralmente a matéria orgânica de origem vegetal e animal tem sua decomposição num pH ácido. Em razão disso o início da decomposição é de reação ácida, ocorre a formação de ácidos orgânicos na fase fitotóxica que tornarão a massa mais ácida do que era o resíduo orgânico inicial.

Os ácidos orgânicos com traços de ácidos minerais serão reagidos com bases que são liberadas da matéria orgânica, originando compostos de reação alcalina. Da compostagem também são originados os ácidos húmicos, esses ácidos reagidos com alguns elementos químicos simples originam os Humatos alcalinos, nesse momento o pH do composto começa a se elevar, o pH sai de 7,0 e sobe para 8,0 significando que o pH sai de neutro para se tornar básico.

A maior parte do N do composto está representada na forma orgânica e ao passarem pelo processo de compostagem se tornam N amídico, que mais

tarde transforma-se em amoniacal, essa predominância da amônia faz com que o pH da leira se eleve e a massa compostada passa sofrer reações alcalinas.

Logo após a ação das bactérias que fazem o papel de converter nitrogênio amoniacal (NH<sub>2</sub>) em nitrato (NO<sub>2</sub>) praticamente termina o processo que é o resultado da degradação do nitrogênio orgânico.

#### **4.12.3. Matéria Orgânica**

A matéria orgânica é decomposta e passa pelo processo de mineralização diminuindo consideravelmente seu volume. O produto final da compostagem são os nutrientes mineralizados e o húmus que trabalham unidos e proporcionam considerável melhora no aspecto nutricional e estrutural do solo que receber este composto.

Ao levar uma amostra do fertilizante para o laboratório, as características da matéria orgânica são analisadas em dois aspectos:

Matéria Orgânica compostável e a Matéria Orgânica resistente a compostagem.

Ao se efetuar a soma das duas obtemos a matéria orgânica total.

A matéria orgânica compostável se decompõe mais rapidamente pelas bactérias por serem resíduos vegetais e animais de fácil decomposição. Em seguida se decompõem a matéria orgânica resistente a compostagem que se caracteriza pela sua composição a base de lignina, óleos vegetais, ceras, quitina dos animais entre outros.

No início da compostagem a matéria prima deve conter ao menos 40% de matéria orgânica compostável para que o desenvolvimento do fertilizante orgânico se estabeleça numa condição de atividade microbiana e conseqüentemente de temperatura ideal para que o composto seja, no mínimo, razoável.

#### **4.12.4. Relação C/N**

A relação C/N logo no início da compostagem deve estar num intervalo entre 25/1 e 35/1 de acordo com o tipo de matéria prima. Quando a relação não se ajusta na recomendação, deve-se corrigir a relação através de minerais para que seja baixada relações consideradas altas e de eficácia minimizada. Nesse caso pode-se haver a necessidade de um investimento de maior custo podendo inviabilizar toda operação.

O tempo necessário para promover a compostagem depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria prima, das dimensões da partícula, da aeração da meda e do número de frequências dos revolvimentos (KIEHL, 1985).

A disponibilidade de matéria prima de origem orgânica e de rochas minerais moídas é que vão ser fatores decisivos para a melhor escolha do material, onde apresente melhor custo-benefício para aumentar a viabilidade da operação.

Da mesma forma que não é indicado a decomposição de material com alta relação C/N, pois ele se processa de forma mais lenta causada pela baixa concentração de nitrogênio necessários ao desenvolvimento adequado; também não se recomenda compostar materiais com baixa relação C/N, pois as bactérias descartam o excesso de nitrogênio em forma de amônia, até atingir uma relação de 30/1 que é considerada ótima.

#### **4.13. Teor de Cinza**

O teor de cinza é determinado através de combustão por laboratórios de análises que testam as características do composto. Como a matéria orgânica total é constatada através da combustão da amostra do composto, os laboratórios aproveitam e analisam também o teor de resíduo mineral total que também denomina-se cinza.

O resíduo mineral total é dividido em resíduo mineral solúvel e resíduo mineral insolúvel. Para que o composto ser considerado de valor comercial o

interessante é que o teor de resíduo mineral solúvel seja alto, e o teor de resíduo mineral insolúvel deve estar baixo, pois este deprecia o valor comercial do composto orgânico.

Alguns componentes da fração mineral se destacam como macronutrientes o fósforo, potássio, magnésio, enxofre e como micronutrientes o zinco, cobre, manganês, ferro, boro e molibdênio, que devem estar preferencialmente numa forma solúvel, que será interessante para a absorção das plantas.

#### **4.14. Índices de Nitrogênio Total**

A matéria prima de origem vegetal possui um teor de nitrogênio maior que outros elementos como o fósforo ou o potássio. A porcentagem de nitrogênio nesses materiais fica em torno de 2%.

A matéria prima de origem animal tem sua porcentagem de nitrogênio calculada através de parâmetros equivalentes a quantidade de proteína que o animal possui, isso ocorre pela alta taxa de nitrogênio contida nas proteínas animais.

Como exemplo desta quantificação, temos a porcentagem de proteína animal de um animal hipotético:

O animal possui 75% de proteína, que dividido pelo fator 6,25 é resultante 12 % de nitrogênio.

No fim do processo de compostagem a massa possui níveis de nitrogênio superiores do que no início, ocorrido pela volatilização mais rápida dos outros componentes em relação a ele, além de também se verificar uma maior retenção de nitrogênio pelas bactérias mesófilas que sintetizam o nitrogênio contido na atmosfera podendo fazer com que aumente os índices do elemento no fertilizante orgânico após ser totalmente compostado.

Tabela 3. Teores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O de alguns esterco frescos.

<b>Tipo de Esterco</b>	<b>Umidade</b>	<b>N (%)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
Bovino	80	0,55	0,23	0,60
Galinha	10	1,50	1,00	0,40
Suíno	85	0,50	0,35	0,40

Fonte: Teuscher e Adler, 1965.

#### **4.15. As propriedades do húmus**

A matéria orgânica humificada apresenta características e propriedades diferenciadas que são de interessantes para o bom aproveitamento do fertilizante. São elas de caráter físico, químico, físico químico e biológico.

##### **4.15.1. Físicas**

Há uma modificação na consistência de acordo com a variação do teor de água. Essa consistência está relacionada com as forças de coesão e aderência que atuam nas partes constituintes do fertilizante dependendo do teor de umidade. A força de coesão é a atração que ocorre entre duas superfícies líquidas ou sólidas revestidas de película úmida.

As características do composto varia com o teor de umidade, então se o composto estiver seco ele apresentará sua dureza e tenacidade conferida no aspecto de torrão de difícil esfarelamento; com certa umidade o composto apresenta-se friável, consistência conferida ao fertilizante para ser enfardado; no caso de apresentar-se molhado sua característica é de plasticidade e no caso de encharcamento o composto fica com o aspecto aderente e pegajoso.

O composto totalmente humificado tem sua capacidade de retenção de água potencializada em até duas vezes.

#### 4.15.2. Químicas

O composto apresenta uma composição química que quando é agitada numa solução alcalina o húmus se apresenta numa coloração escura, e suas micelas, que são muito pequenas não são sedimentadas. No caso de se filtrar essa solução o húmus atravessam o papel de filtro deixando o filtrado com uma coloração bem escura.

No caso contrário onde a suspensão é acidificada ocorre a floculação do material humificado, formando grumos com dimensões maiores e ao passarem pelo filtro de papel esse húmus não consegue atravessar porque se tornou gel, diferentemente do primeiro caso onde o húmus mais disperso forma uma espécie de sol.

Para as lavouras o interessante é que o húmus se disperse e caminhe mais facilmente através da percolação, atingindo uma maior área e também maior profundidade facilitando a ação das raízes ao contrário de haver uma floculação do húmus que dificultaria a solubilização e o transporte até as raízes, pois não há mobilidade do fertilizante nesse caso.

O que ocorre no solo é a união do colóide húmus com o colóide argila que origina o complexo argilo-húmico que melhoram as propriedades do solo em relação a argila analisada isoladamente.

Como as plantas se alimentam de sais minerais e não de matéria orgânica, a matéria orgânica tem que ser mineralizada para que seus elementos fiquem disponíveis as plantas. Como por exemplo, temos as transformações que ocorrem com o nitrogênio orgânico até ser mineralizado; o nitrogênio protéico é digerido e transformado em nitrogênio amídico, que por sua vez sofre a ação de microorganismos amonificadores o tornando amoniacal e em seguida as bactérias nitrificadoras (bactérias nitrossomas e as nitrobactérias) fazendo com que essa amônia se transforme em nitrato. Tanto o nitrogênio amoniacal quanto o nítrico são absorvíveis pelo sistema radicular das plantas, mas ao final do processo de compostagem o teor de nitrato é mais significativo portanto é indicativo de maturação finalizada da matéria prima.

### **4.15.3. Físico-químicas**

#### **4.15.3.1. CTC**

Uma das melhores características do húmus é o poder de adsorver ou reter cátions eletrostaticamente, e não deixar que os elementos sejam arrastados pelo efeito da água das chuvas que percolam e atravessam toda a região onde se localizam as raízes das plantas. Os cátions que são adsorvidos pelos colóides orgânicos se difundem por troca com as raízes ou se misturam na solução do solo, que por diferenciação dos teores do elemento ou do pH do solo, induzem a absorção de nutrientes.

Essa adsorção é também conhecida por capacidade de troca de cátions (CTC), que é representada pela letra T e expressada por miliequivalente grama (meq em 100g ou em 100cm<sup>3</sup> do material) e é também expressa por cmols de carga (cmol por quilograma ou por decímetro cúbico de material).

#### **4.15.3.2. Formação de quelados**

A matéria orgânica humificada possui outra propriedade importante que é a de formação de quelados. Isso ocorre quando nutrientes são envolvidos por alguns tipos de compostos orgânicos, causando o efeito de quelação mesmo que o cátion não faça parte do material quelador.

Esse efeito é de grande importância, pois a propriedade de envolver nutrientes metálicos como potássio, cálcio, manganês, cobre, zinco, ferro e torná-los aprisionados ou quelados pela matéria orgânica mesmo que o metal não faça parte da composição química da fração queladora.

O efeito quelante é considerado muito importante e por esse motivo foi inventado produtos quelantes sintetizados como EDTA, HEDTA, DTPA, CDTA, APCA entre outros.

O efeito de quelação da matéria orgânica faz com que ela consiga aprisionar o metal numa forma solúvel, podendo, em alguns casos ser absorvidos pelas raízes sem a presença do quelante.

#### **4.15.3.3. Superfície Específica**

No processo de digestão da matéria prima os microorganismos transformam a matéria orgânica em partículas pequenas denominadas micelas coloidais, com a diminuição das partículas ocorre o aumento da área de exposição do material ou aumento de sua superfície específica. A superfície específica é mensurada pela área total de todas as partículas envolvidas.

Os estudos determinaram que a superfície específica do húmus é de 700m<sup>2</sup>/g.

O interessante é que o fertilizante orgânico tenha alto teor de húmus em sua composição, pois nesse caso potencializa-se a agregação dos nutrientes necessários ao bom desenvolvimento fisiológico das plantas.

#### **4.15.4. Propriedades Biológicas**

A adição de composto orgânico ao solo proporciona uma ativação na microbiota do solo, pois a matéria orgânica do composto é utilizada pelos microorganismos como fonte de energia para suas atividades e reprodução.

Mesmo sendo um fertilizante de baixa concentração de nutrientes (cerca de 2% de NPK), as dosagens de composto são geralmente altas (de 15 até 20 toneladas), fornecendo em média 350 kg de NPK, quantidade considerável no momento do cálculo de adubação mineral.

##### **4.15.4.1. Causa da produção de odores**

A falta de oxigenação do fundo das leiras faz com que ocorra fermentação anaeróbica fazendo com que se desprenda o mau cheiro.

No caso de incidência de moscas, para que as larvas sejam eliminadas deve-se revolver a massa compostada fazendo com que se desprenda o calor e ocorra a eliminação das larvas e ovos das moscas.

## **5. CONCLUSÃO**

A utilização de compostos orgânicos traz benefícios para o solo, pois atua em diversos aspectos, melhora sua condição de estrutura e fertilidade, dando suporte para que possa suprir a necessidade de nutrientes da cultura a ser instalada, aumentando, com isso as chances de aumentar a produtividade sem que haja um desgaste maior do solo, sem que a safra seguinte seja comprometida. O aumento nos teores de matéria orgânica, potássio, cálcio, magnésio, CTC, pH e saturação por bases permitem obter um elevado grau de fertilidade dos solos fazendo com que a produtividade da cultura também se eleve. A propriedade agrícola que utiliza um manejo composto orgânico associa baixo custo com gestão ambiental, que são características de uma propriedade voltada para a sustentabilidade constante pelas safras sucessivas, em que as propriedades geralmente não conseguem manter uma média de produtividade acima.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Manoel Baltazar Batista. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura “adubação orgânica”**. São Paulo: Ícone, 1989. 102 p.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: O autor, 1993. 189p.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 482p.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem**. Piracicaba: Rural, 1998. 171 p.

MALAVOLTA, et al. **Adubos & Adubações**. São Paulo: Nobel, 1967. 200p.

MYASAKA, et al. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. xx p.

PRIMAVESI, Ana. **Agricultura sustentável - Manual do Produtor Rural**. São Paulo: Nobel, 1992. xx p.

RIBEIRO, Antônio Carlos et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.