Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

COMPOSTAGEM ORGÂNICA:

uma tecnologia ao alcance dos agricultores

DOCUMENTOS Nº 197 ISSN 1519-2059

Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

COMPOSTAGEM ORGÂNICA:
UMA TECNOLOGIA AO ALCANCE DOS AGRICULTORES

Eduardo Ferreira Sales
Alex Fabian Rabelo Teixeira
Edegar Antonio Formentini
João Batista Silva Araújo
Leandro Reis Novak
Renato Corrêa Taques
Victor Maurício da Silva

Vitória, ES
2011

© 2011 - Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua: Afonso Sarlo, 160 - Caixa Postal 391 - Bento Ferreira
CEP: 29052-010 - Vitória - ES
Telefone : (27) 3636-9868 – Fax: (27) 3636-9866
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br – www.incaper.es.gov.br

Documentos nº 197
ISSN 1519-2059
Editor: DCM/Incaper
Tiragem: 1.200 exemplares
Outubro/2011

Coordenação Editorial
Liliâm Maria Ventorim Ferrão

Revisão Técnica
José Aires Ventura, Paulo Cezar Marques, Pedro Arlindo Oliveira Galveas, José Sérgio Salgado

Projeto Gráfico, Capa e Editoração Eletrônica
Alexander Santos

Revisão de Português
Raquel Vaccari de Lima Loureiro

Fotos
Autor e Acervo do Incaper

Ficha Catalográfica

163 Sales, Eduardo Ferreira.
Compostagem orgânica: uma tecnologia ao alcance dos agricultores/Eduardo Ferreira Sales et al. – Vitória: Incaper, 2011.
36p. : il. (Incaper. Documentos, 197)

ISSN 1519-2059

1. Adubação orgânica. 2. Compostagem orgânica. I. Teixeira, Alex Fabian Rabelo. II. Formentini, Edegar Antonio. III. Araújo, João Batista Silva. IV. Novak, Leandro Reis. V. Taques, Renato Corrêa. VI. Silva, Victor Maurício da. VII. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. VIII. Título. IX. Série.

CDD 631.87

Este trabalho é dedicado aos agricultores que em seu anonimato continuam a criar e desenvolver uma agricultura mais sustentável

À memória do
Engº. Agrº. Alessandro de Souza Batista

APRESENTAÇÃO

A geração de tecnologias com foco no desenvolvimento sustentável é uma prioridade do Governo do Estado do Espírito Santo que por meio da Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) alinha as demandas do produtor rural às necessidades de uso de técnicas que privilegiem a reutilização de matéria orgânica. Nesse contexto, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) tem investido na geração e disponibilização do conhecimento na área de reciclagem de resíduos orgânicos que representa um grande diferencial dessa publicação.

A publicação dos conhecimentos gerados pelo Incaper em compostagem orgânica é fundamental para nortear o processo produtivo, minimizando o uso de fontes de nutrientes minerais oriundas do processo de extração exploração dos recursos naturais e industrialização que geram impacto no meio ambiente.

O sistema de produção agroecológico utiliza o composto orgânico como fonte de nutrientes que, além proporcionar a melhoria das características químicas e físicas do solo, utiliza os resíduos orgânicos provenientes do processo de produção da própria propriedade agrícola, agregando valor ao sistema produtivo, reduzindo os gastos.

Esta publicação destaca o processo de revolvimento mecanizado do composto orgânico, que representa uma das atividades do processo de compostagem, facilitando o processamento da matéria orgânica e sua operacionalização. O aperfeiçoamento da máquina de revolvimento de composto orgânico é um processo inovador e torna mais simples o revolvimento do composto orgânico.

As informações disponibilizadas nesta publicação, aborda também os aspectos de manejos específicos do processo de compostagem, adubação dos cultivos com composto orgânico e planejamento de um terreiro de compostagem.

A equipe técnica do Incaper mais uma vez se supera e inova, atendendo as diretrizes do Programa Travessia, que tem sua base na Sustentabilidade Agropecuária, Ambiental e Qualidade de Vida para a Agricultura Familiar do Espírito Santo. Nesse sentido, é fundamental a mudança de comportamento, para sair de um sistema produtivo convencional, de visão exclusivamente desenvolvimentista, para um de atitude mais agroecológica, fruto do uso de boas práticas agrícolas.

Aureliano Nogueira da Costa
Diretor-tecnico do Incaper

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo importante apoio financeiro, e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho, lembrando de maneira especial:

o Sr. José Dalvi pelas orientações no processo construtivo da máquina compostadeira, principal objeto de estudo deste trabalho;

os agricultores familiares do norte do Estado do Espírito Santo que participaram dos testes de aperfeiçoamento da máquina compostadeira;

os demais profissionais do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) envolvidos na equipe de execução do projeto de compostagem orgânica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 HISTÓRICO 13
2.1 MECANIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM ORGÂNICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 15
3 MANEJOS ESPECÍFICOS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM 16
3.1 MONTAGEM DAS LEIRAS 17
3.2 UMIDECIMENTO DO COMPOSTO ATRAVES DE IRRIGAÇÕES CONTROLADAS 20
3.3 AERAÇÃO DO COMPOSTO ATRAVÉS DE REVOLVIMENTOS 21
4 ADUBAÇÃO DOS CULTIVOS COM COMPOSTO ORGÂNICO 23
4.1 UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO NO CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS 23
4.2 UTILIZAÇÃO DE COMPOSTOS NO PLANTIO DO CAFEEIRO CONILON: RESULTADOS DE PESQUISA 24
5 PLANEJAMENTO DE UM TERREIRO DE COMPOSTAGEM 25
6 MECANIZAÇÃO DO REVOLVIMENTO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA UNIDADE EXPERIMENTAL DE PRODUÇÃO ANIMAL AGROECOLOGICA (UEPA) 27
6.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA 28
6.2 OPERACIONALIZAÇÃO DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA 31
6.3 AVALIAÇÕES DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA: DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES TÉCNICOS 32
7 REFERÊNCIAS 35

COMPOSTAGEM ORGÂNICA:
uma tecnologia ao alcance dos agricultores

Eduardo Ferreira Sales[1]
Alex Fabian Rabelo Teixeira[2]
Edegar Antônio Formentini[3]
João Batista Silva Araújo[4]
Leandro Reis Novak[5]
Renato Corrêa Taques[6]
Victor Maurício da Silva[7]

1. **INTRODUÇÃO**

A compostagem é uma técnica antiga de reciclagem de resíduos orgânicos que foi negligenciada com a modernização da agricultura e a utilização de adubos minerais e químicos sintéticos. A necessidade de mão de obra para elaboração do composto orgânico, associada ao transporte e à aplicação, torna a compostagem uma prática que demanda planejamento e uma infraestrutura mínima para a sua realização. Por outro lado, a crise ambiental e energética mundial atual indica que a sociedade deve buscar formas de reciclagem e fertilização compatíveis e factíveis com as necessidades, revertendo o atual estado de desequilíbrio ambiental.

Os benefícios da compostagem são inúmeros, destacando-se a reciclagem da matéria orgânica e a redução da dependência do agricultor por insumos externos, além da preservação ambiental pela diminuição dos adubos não renováveis. Além disso, a matéria orgânica mantém a umidade do solo e melhora suas características físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, as dificuldades de elaboração do composto orgânico, que vão desde questões culturais a questões operacionais, devem ser minimizadas para que sejam alcançados os benefícios citados.

O modelo atual de uma agricultura baseada em altas doses de adubos

1 Engº Agrº, Doutorando Agroecologia, Pesquisador Incaper.
2 Engº Agrº, MSc. Ecologia e Biomonitoramento, Extensionista Incaper.
3 Engº Agrº, Extensionista Incaper.
4 Engº Agrº, Doutorando Fitotecnia/Agroecologia, Pesquisador Incaper.
5 Engº Agricola, MSc. Eng. Agricola, Extensionista Incaper.
6 Engº Agrimensor, Pesquisador Incaper.
7 Biólogo - Bolsista do projeto.

minerais e químicos sintéticos e a sua desvinculação com os princípios agroecológicos fazem desta agricultura um instrumento de destruição e de vítima em um processo insustentável. No entanto, ainda é crítico o nível tecnológico das lavouras conduzidas em sistema orgânico pela insuficiência da adubação orgânica empregada.

O Estado do Espírito Santo caracteriza-se por uma agricultura de base familiar, predominantemente dependente do cultivo do café. Esta agricultura possui poucas culturas alternativas para fonte de renda e produção para o consumo e venda do excedente. Em geral, os agricultores ficam à mercê da cotação do café, que em situação de baixo preço causa sérios transtornos sócio-econômicos. Por outro lado, os cultivos são manejados de acordo com esta instabilidade, provocando períodos de maior dedicação à cafeicultura alternados com períodos de abandono, com o agravante de que em lavouras adubadas quimicamente a situação piora ainda mais pelos altos preços dos adubos – por exemplo, a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2009) destacou que em 2008 as principais formulações de adubos minerais subiram em média 110% – e o fato de deixar de adubar os cafezais causa um definhamento da lavoura, comprometendo a produção e a manutenção dos agricultores. Esta dependência também é sentida em outras atividades agrícolas.

Neste cenário, as estratégias que fomentam uma maior independência da atividade agrícola em relação ao mercado tornam-se importantes para estabilizar o modo de produção regional. Assim, a diversificação e a complementariedade da produção animal e vegetal promovem uma integração, ou seja, uma ajuda mútua das atividades desenvolvidas pelos agricultores, favorecendo as características mencionadas.

A produção de esterco, às vezes encarada como um estorvo na produção animal, pode vir a ser um importante componente na reciclagem dos resíduos orgânicos, desde que seja manejada de forma adequada.

A agricultura orgânica pode ser considerada um fato novo e ainda não dispõe de grande desenvolvimento tecnológico. A maioria das iniciativas para sua implantação tem contado com empenho de agricultores e técnicos na adequação e produção de inovações, a partir de referenciais da agricultura convencional. Há, portanto, uma necessidade de geração de tecnologias com base na Agroecologia,

pois, apesar dos avanços obtidos no desenvolvimento da agricultura orgânica no Estado do Espírito Santo e no país, existem entraves como os estudados por Sales e Batista (2003), que identificaram os problemas mais frequentes encontrados nos processos de certificação orgânica: destino inadequado para o lixo e o esgoto doméstico, deficiência de água de boa qualidade para a irrigação e consumo, escoamento superficial de águas, poucas áreas destinadas à preservação permanente e pouco uso de práticas agroecológicas (compostagem, adubação verde, barreiras naturais para ventos e contaminantes ambientais do entorno etc.).

Os trabalhos disponíveis de ciência e tecnologia em produção orgânica apresentam possibilidades técnicas favoráveis ao desenvolvimento da agricultura orgânica em bases mais sustentáveis. Sobre o uso de matéria orgânica, Maia et al. (2001) demonstraram que a adição de composto orgânico aumenta a disponibilidade de água no solo, proporcionando economia e mais água para as plantas. Em trabalhos realizados no Estado do Espírito Santo, comprovou-se a eficiência da adubação com composto orgânico na produção de olerícolas durante dez anos consecutivos, obtendo-se produtividades econômicas e padrão comercial para 16 culturas diferentes (SOUZA, 1998). Outros trabalhos sobre produção orgânica (FORNAZIER; ARAUJO; ROCHA, 2000) comprovam a eficiência destas tecnologias.

No Espirito Santo é crescente o número de agricultores familiares em processo de transição agroecológica que veem na produção orgânica uma possibilidade de agregar valor aos produtos da região, principalmente café conilon e frutas, de forma sustentável. No entanto, ainda é crítico o nível tecnológico das lavouras conduzidas em sistema orgânico pela insuficiência do uso da adubação orgânica. As lavouras em transição agroecológica sem a aplicação de compostagem ou com dosagem insuficiente têm resultado em baixos níveis nutricionais das plantas e baixas produtividades dos cultivos, elevando os custos de produção e reduzindo a margem de lucro. O principal entrave para a aplicação desta prática está na grande demanda de mão de obra e na penosidade do trabalho para o reviramento manual das leiras de composto, levando os agricultores a empregarem o esterco *in natura* ou não adubarem os cultivos.

O reviramento do composto envolve o contato humano com material aquecido a temperaturas desconfortáveis, além da necessidade de suportar o peso elevado do substrato úmido. A utilização da mecanização do processo permite

uma otimização da mão de obra e a melhoria das condições de trabalho. O reviramento e a elaboração mecanizada de leiras de compostagem em grande escala têm sido feitos por empresas do setor, mas requerem pátios amplos e máquinas pesadas (pá carregadeira), que não se aplicam à agricultura familiar. Outro fator agravante são os altos valores dessas máquinas, inacessíveis para um pequeno agricultor. No Estado existem algumas iniciativas de mecanização do processo de compostagem, de baixo custo, por parte de agricultores e instituições, que despertam a necessidade de avaliação, aperfeiçoamento e análise de viabilidade técnica, econômica e social para a agricultura familiar.

Diante deste cenário, foi executado um projeto de aperfeiçoamento de uma máquina de revolvimento de composto orgânico. Este equipamento consiste de uma plataforma recolhedora e de um sistema de destorroamento acionado por motores elétricos, e funciona nos pátios das propriedades agrícolas ou em ambientes fechados, o que permite maior agilidade na confecção e facilidade no uso do composto em sistemas produtivos de base familiar.

2. HISTÓRICO

O estudo da agricultura das nações desaparecidas apresenta dificuldades óbvias. Ao contrário das construções, através das quais é possível realizar estudo das cidades desaparecidas – que nos permitem reproduzir aspectos de civilizações passadas, os campos de cultivos antigos em geral, não foram conservados: ou voltaram à condição de floresta ou foram utilizados para outros fins agrícolas (HOWARD, 2007).

O pousio e o esterco eram recomendações conhecidas para a recuperação dos terrenos, quando em meados do século XIX descobriram-se os fertilizantes minerais ou adubos químicos. O fato é que a difusão dos adubos químicos e sua utilização rotineira foram acompanhadas do crescimento do problema de pragas (KHATOUNIAN, 2001).

Albert Howard, um pesquisador britânico que viveu na Índia durante mais de trinta anos já alertava, em 1939, que nada tem sido feito para repor a perda da fertilidade do solo. Segundo sua percepção, a agricultura havia perdido o equilíbrio devido ao uso desses adubos e à falta de uma adequada preservação das características do solo.

Visualizando este processo e verificando com os agricultores indianos métodos antigos de compostagem, Howard desenvolveu um processo de compostagem chamado "Método Indore". Este método consiste em valorizar a produção de húmus pelo processo de compostagem com resíduos vegetais e animais, acrescentando água e efetuando reviramento para facilitar a aeração e consequente fermentação e formação de húmus. O húmus possui propriedades físicas, químicas e biológicas que é dinâmica e promove a melhoria da qualidade do solo.

A conexão existente entre um solo fértil e culturas sadias, animais sadios, e por último, mas não menos importante, homens sadios deve ser amplamente divulgada e reconhecida (HOWARD, 2007).

Contudo, a agricultura passou ao longo da história por diversas fases, e depois destas últimas mudanças (aumento do uso de insumos sintéticos) está havendo uma gradativa tomada de consciência dos agravantes provocados pela utilização destes insumos artificiais. Assim, a busca de soluções para facilitar o manejo da compostagem tem sido operada por setores que apóiam a agricultura orgânica e podem contribuir para reverter o atual estado de contaminação e desequilíbrio desta atividade.

A mecanização pode ser uma solução para resolver problemas de mão de obra, mas pode causar efeitos inesperados. Segundo relatos de Chayanov (1974) do final do século XIX, Kirsanov, um funcionário agrícola da cidade de Perm na Rússia, encarregado de popularizar equipamentos aperfeiçoados pelos agricultores, encontrou enormes dificuldades para popularizar uma máquina trilhadora, apesar da sua grande vantagem na operação de colheita de grãos. Observou que a causa principal desse fracasso era que, nesta ocasião, a força de trabalho desempregada pela máquina não podia empregar-se a outras tarefas invernais da região de Perm. Devido a isto, a diminuição dos custos de produção se opunha ao fato de que a introdução da máquina aperfeiçoada e vantajosa não só fracassara em aumentar os ganhos do agricultor, como também reduzira a depreciação anual da máquina. Isto aconteceu há mais de 100 anos; a realidade era outra, mas é necessário estar atento à introdução de modificações no sistema de produção em qualquer lugar.

Assim, para minimizar estes problemas citados, foram identificados equipamentos já utilizados na região para o reviramento de composto e efetuados aperfeiçoamentos com a participação dos agricultores. Este trabalho foi realizado

na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (UEPA), no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Nordeste (CRDR/Nordeste) do Incaper de Linhares, ES.

2.1 MECANIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM ORGÂNICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

As tentativas de mecanização da compostagem no Estado do Espírito Santo desenvolveram-se pela necessidade de processamento de matéria orgânica e a dificuldade de sua operacionalização. A Organização Não Governamental Centro de Desenvolvimento Sustentável Guaçu-Virá (CDS Guaçu-Virá), no município de Venda Nova do Imigrante, ES, desenvolveu uma máquina de compostagem que vem funcionando há vários anos (Figura 1). Esta máquina foi construída com peças de veículos antigos e inspirou a elaboração de outras versões.

Figura 1. Máquina "Opusca" em operação no Centro de Desenvolvimento Sustentável Guaçu-Virá, Venda Nova do Imigrante, ES

Em meio aos vários problemas identificados na agricultura, merecem destaque, principalmente nas pequenas propriedades, a escassez de mão de obra disponível e a dificuldade de certas atividades realizadas manualmente. A consequência imediata deste fato é o abandono de técnicas que são imprescindíveis para a manutenção da sustentabilidade, como a compostagem orgânica.

Devido a isso, um agricultor de Linhares construiu sua própria máquina

de reviramento de composto baseada no protótipo do CDS Guaçu-virá (Figura 2).

Figura 2. Máquina de revolvimento de composto construída pelo Sr. José Dalvi (Linhares).

Em seguida, com o apoio do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), um novo protótipo foi desenvolvido com o objetivo de aperfeiçoar estas máquinas já existentes, tornando mais simples o revolvimento de composto orgânico na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (UEPA), no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Nordeste (CRDR/Nordeste), Incaper de Linhares, ES (Figura 3).

Figura 3. Máquina de revolvimento de composto orgânico sendo testada na UEPA, CRDR/ Nordeste - Incaper de Linhares, ES.

3. MANEJOS ESPECÍFICOS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Por ser um processo biológico, a compostagem requer manejos específicos para que os micro-organismos sobrevivam e se multipliquem e possam decompor

adequadamente a matéria orgânica. Dentre esses manejos podem-se citar: montagem das leiras de acordo com a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) dos resíduos disponíveis, umedecimento através de irrigações controladas e aeração através de revolvimentos.

3.1 MONTAGEM DAS LEIRAS

Na decomposição da matéria orgânica, os microrganismos utilizam cerca de trinta partes do elemento carbono para cada parte de nitrogênio (KIEHL, 1985). Sendo assim, para o início do processo de compostagem, muitos autores recomendam uma relação (C/N) inicial em torno de 30:1.

Para uma boa compostagem de resíduos, recomenda-se utilizar uma mistura de materiais empregando-se estercos animais ou outros resíduos de baixa relação C/N misturados a resíduos vegetais ricos em carbono - alta relação C/N — favorecendo a integração da criação animal à produção vegetal nos agroecossistemas.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 observar-se a composição química de diversos materiais orgânicos possíveis de serem utilizados na compostagem. Além da relação C/N, conhecendo-se a composição química geral dos materiais, pode-se "adequar" o processo de compostagem compatíveis com os resíduos encontrados no local.

Tabela 1. Composição de alguns resíduos vegetais de interesse como matéria-prima para serem utilizados na compostagem

Material	Matéria Orgânica (%)	N (%)	Relação C/N	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Abacaxi: fibras	71,41	0,90	44/1	traços	0,46
Arroz: cascas	54,55	0,78	39/1	0,58	0,49
Arroz: palhas	54,34	0,78	39/1	0,58	0,41
Aveia: cascas	85,00	0,75	63/1	0,15	0,53
Aveia: palhas	85,00	0,66	72/1	0,33	1,91
Banana: talos de cachos	85,28	0,77	61/1	0,15	7,36
Banana: folhas	88,99	2,58	19/1	0,19	-
Cacau: cascas do fruto	88,68	1,28	38/1	0,41	2,54
Café: cascas	82,20	0,86	53/1	0,17	2,07
Café: palhas	93,13	1,37	38/1	0,26	1,96
Capim-gordura	92,38	0,63	81/1	0,17	-
Capim-guiné	88,75	1,49	33/1	0,34	-
Capim-jaraguá	90,51	0,79	64/1	0,27	-
Capim-mimoso	93,69	0,66	79/1	0,26	-
Capim-pé-de-galinha	86,99	1,17	41/1	0,51	-
Crotalaria juncea	91,42	1,95	26/1	0,40	1,81
Eucalipto: resíduos	77,60	2,83	15/1	0,35	1,52

Continua...

...Conclusão

Material	Matéria Orgânica (%)	N (%)	Relação C/N	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Feijão-de-porco	88,54	2,55	19/1	0,50	2,41
Feijão guandu	95,90	1,81	29/1	0,59	1,14
Feijoeiro: palhas	94,68	1,63	32/1	0,29	1,94
Grama-batatais	90,80	1,39	36/1	0,36	-
Grama-seda	90,55	1,62	31/1	0,67	-
Inga: folhas	90,69	2,11	24/1	0,19	0,33
Labelabe	88,46	4,56	11/1	2,08	-
Mandioca: cascas de raízes	58,94	0,34	96/1	0,30	0,44
Mandioca: folhas	91,64	4,35	12/1	0,72	-
Mandioca: ramas	95,26	1,31	40/1	0,35	-
Milho: palhas	96,75	0,48	112/1	0,38	1,64
Mucuna-preta	90,68	2,24	22/1	0,58	2,97
Serragem de madeira	93,45	0,06	865/1	0,01	0,01

Fonte: Adaptado de Kiehl (1985).

Tabela 2. Composição de alguns resíduos sólidos industriais de interesse como matéria-prima para a compostagem orgânica

Material	Matéria Orgânica (%)	N (%)	Relação C/N	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Café: borra de café solúvel	90,46	2,30	22/1	0,42	1,26
Cajú: cascas da castanha	98,04	0,74	74/1	0,24	0,64
Cevada: bagaço	95,07	5,13	10/1	1,30	0,15
Couro: pó	92,03	8,74	5/1	0,22	0,44
Laranja: bagaço	22,58	0,71	18/1	0,18	0,41
Mandioca: raspas	96,07	0,50	107/1	0,26	1,27
Penas de galinha	88,20	13,55	4/1	0,50	0,30
Resíduo de cervejaria	95,80	4,42	12/1	0,57	0,10
Sangue seco	84,96	11,80	4/1	1,20	0,70
Torta de cacau	64,90	3,28	11/1	2,43	1,46
Torta de coco	94,59	4,37	11/1	2,43	3,14
Torta de mamona	92,20	5,44	10/1	1,91	1,54
Torta de usina de cana	78,78	2,19	20/1	2,32	1,23

Fonte: Adaptado de Kiehl (1985)

Tabela 3. Composição de diversos resíduos orgânicos de interesse como matéria-prima para a compostagem orgânica[1]

				Macro (%)						Micro(mg/Kg)				
Material	M.O(%)	C/N	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bagaço de cana	98	114/1	5,4	0,50	0,07	0,55	0,18	0,07	0,05	6	572	46	4	8
Cama de frango	86	18/1	6,6	2,70	1,21	1,74	1,54	0,30	0,24	275	825	344	61	24
Capim cameron	98	81/1	7,2	0,70	0,08	0,44	0,34	0,22	0,04	10	145	112	2	12
Capim napier	86	62/1	7	0,80	0,25	2,74	0,10	0,06	0,08	23	206	29	4	5
Capim: roçada diversa	-	-	-	2,10	0,32	2,27	0,79	0,34	0,28	52	-	-	-	-
Esterco bovino curtido	42	14/1	8	1,70	0,38	2,79	0,99	0,44	0,16	99	6250	618	15	14
Gliriddia: folhas	-	-	-	4,00	0,23	2,14	1,10	0,44	0,13	17	285	46	0,30	80
Mandioca: parte aérea	-	-	-	2,20	0,39	2,34	1,18	0,45	0,12	76	-	-	-	-
Palha de café curtida	64	21/1	7,2	1,80	0,12	1,70	0,75	0,12	0,09	13	3375	47	11	18
Palha de café não-curtida	93	36/1	5,4	1,50	0,14	2,72	0,60	0,14	0,09	16	281	37	31	16
Resíduo de indúst. de coco-Misto	82	40/1	5,3	1,20	0,31	0,10	0,30	0,02	0,64	128	1054	14	14	4
Resíduo de indúst. de coco - Sólido	76	34/1	5,8	1,30	0,35	0,53	0,26	0,02	0,70	123	1304	11	16	4
Resíduo de indúst. de coco - Semissólido	73	35/1	4,7	1,20	0,20	0,66	0,09	0,02	0,48	143	1105	9	18	4

[1]Análises realizadas no CRDR Centro Serrano, Incaper de Domingos Martins, ES.

Para a aceleração do processo de compostagem e o enriquecimento do composto podem ser adicionados materiais ricos em fósforo e potássio, como rochas fosfatadas e cinzas de madeira, respectivamente.

Uma maneira prática para a montagem das leiras é seguir o princípio geral: inicia-se o empilhamento dos resíduos de alta relação C/N, por camada de, no máximo, 30 cm de altura, seguida de uma fina camada (3 a 5 cm) de materiais de baixa relação C/N (Figura 4). Alternam-se estas camadas até a altura máxima de 1,5 m.

Figura 4. Montagem de uma leira de composto orgânico levando em consideração a relação C/N dos resíduos.

Após montadas as leiras de composto, os micro-organismos presentes diminuem gradualmente a relação C/N dos materiais utilizados, sendo que num composto totalmente mineralizado (com todos nutrientes liberados) essa relação pode chegar a 10/1. Na Tabela 4 são apresentadas algumas características químicas de compostos orgânicos formados. Note que a adição de fosfato natural aumenta principalmente os teores de fósforo (P) e cálcio (Ca).

Tabela 4. Análises químicas de compostos orgânicos formados com e sem a adição de fosfato natural

				MACRO (%)					MICRO (ppm)				
Discriminação	M.O.(%)	C/N	pH	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Sem Fosfato	52	15/1	7,1	2,12	0,71	1,18	2,74	0,48	44	164	17.335	747	25
Com Fosfato	50	15/1	7,4	2.10	1,82	1,36	6,44	0,56	54	226	14.810	905	30

Fonte: Souza (1998)

3.2 UMEDECIMENTO DO COMPOSTO ATRAVÉS DE IRRIGAÇÕES CONTROLADAS

Por ser um processo biológico, o umedecimento através de irrigações controladas é fundamental para satisfazer as necessidades fisiológicas dos micro-organismos envolvidos na decomposição da matéria orgânica, os quais não sobrevivem na ausência de água. Em consequência disso, as pilhas devem ser irrigadas sempre que necessário, mantendo a umidade do material entre 50 e 60% durante o processo. A irrigação deve ser efetuada de forma pulverizada fazendo com que o composto absorva lentamente a água, e que não ocorra escoamento superficial.

Após a montagem das leiras e dependendo das condições climáticas locais (principalmente da quantidade de chuva), estas devem ser irrigadas de dois em dois dias, tentando aplicar uma quantidade de água suficiente para repor a perda por evaporação.

Durante os revolvimentos, deve-se aproveitar para verificar a umidade da pilha e, caso seja necessário, irrigar o material para torná-lo úmido, mas não encharcado. Segundo Souza e Resende (2006), existem algumas maneiras práticas de verificar se a umidade está adequada, e uma delas consiste em espremer um punhado de composto com as mãos; se escorrer chorume entre os dedos, o composto estará muito molhado, mas se formar um torrão e este se desmanchar com facilidade e gradualmente, a umidade estará próxima ao ideal. Outra maneira consiste em observar a presença de mofo branco, que é sinal de deficiência de água (Figura 5).

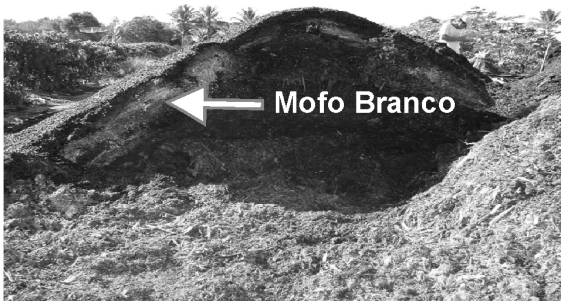

Figura 5. Presença de mofo branco em uma leira de composto orgânico evidenciando a necessidade de umedecimento.

3.3 AERAÇÃO DO COMPOSTO ATRAVÉS DE REVOLVIMENTOS

A compostagem deve ser realizada em ambiente aeróbico (na presença de oxigênio do ar) pois com abundância de ar a decomposição, além de mais rápida, não produz mau cheiro e evita a proliferação de insetos indesejáveis (KIEHL, 1985). Desta decomposição aeróbica resulta a produção de amônia, gás carbônico, água, calor e nutrientes.

A leira de composto deve ser revolvida frequentemente para aeração do material e obtenção de um produto mais homogêneo. Além disso, os revolvimentos permitem modificar a umidade e a temperatura e ajuda a mantê-las em condições consideradas ideais para o processo.

Os revolvimentos deveriam ser feitos de acordo com a concentração de oxigênio no interior das leiras, porém, devido à dificuldade em se estimar essa concentração exata, o momento para se fazer o revolvimento é decidido em função de fatores como umidade – revirar quando acima de 60% – e, principalmente, temperatura – revirar quando acima de 70ºC (KIEHL, 1985).

As altas temperaturas, desde que não extrapolem os 70ºC são desejáveis, pois eliminam patógenos e sementes de espécies invasoras. A figura 6 se refere-se ao monitoramento da temperatura da compostagem na UEPA, CRDR Nordeste - Incaper de Linhares, ES, e auxilia a visualizar as variações térmicas que ocorrem durante o processo. Note que no início as altas temperaturas são predominantes e vão diminuindo à medida que o processo ocorre, sendo que a tendência é ao final o composto ter uma temperatura parecida com a do ambiente circundante.

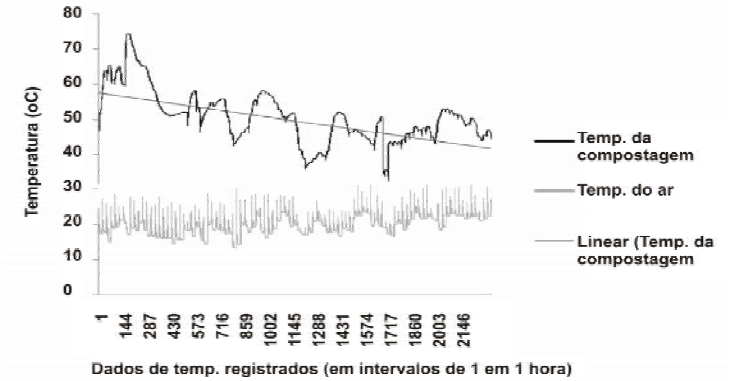

Figura 6. Evolução da temperatura do processo de compostagem monitorado com registrador de dados tipo *Datalogger* na UEPA, CRDR Nordeste - Incaper de Linhares, ES.

Para a conferência da temperatura interna do composto pode ser empregado o método de sensibilidade ao tato, através da introdução de pedaços de vergalhão no interior das leiras (Figura 7). Utilizando-se este método as temperaturas internas das leiras são verificadas para cada etapa do processo de compostagem, observando se ao toque no vergalhão com as mãos não atinge temperaturas insuportáveis. Se a temperatura for insuportável ao toque é sinal de que o composto deve ser revirado para que não ocorra perda de nutrientes e não prejudique os micro-organismos envolvidos no processo.

Figura 7. Vergalhão introduzido numa leira de composto orgânico para a conferência da sua temperatura interna.

De maneira geral, os revolvimentos podem ser de dois tipos: manuais ou mecanizados. Os manuais envolvem a utilização de muita mão de obra (Figura 8). Em contrapartida, a utilização da mecanização no processo permite otimizar a mão de obra, melhorar as condições de trabalho e revirar um volume maior de composto em determinado tempo.

Figura 8. Reviramento manual de uma leira de composto orgânico evidenciando gasto excessivo de mão de obra.

Na ausência de maquinário, o reviramento através do processo manual é necessário e o primeiro deve ser realizado com 7 dias após a montagem da leira de composto e os demais, espaçados de 15 a 20 dias, num total de no máximo quatro reviramentos. Na disponibilidade de máquinas, Souza e Rezende (2006) recomendam uma quantidade de reviramentos maior, com intervalos menores entre as operações (em geral de 7 em 7 dias), com o objetivo de obter a estabilização da matéria orgânica em menor tempo (em torno de 60 dias).

4. ADUBAÇÃO DOS CULTIVOS COM COMPOSTO ORGÂNICO

Em geral, há um consenso entre diversos autores que, a depender das condições climáticas locais e principalmente dos materiais empregados, o processo de compostagem pode durar em torno de 90 dias. Ao final deste processo, o composto pode ser levado para a lavoura. Se houver necessidade de guardar, deve ser protegido do sol e da chuva e ser revirado de vez em quando.

O composto pode ser utilizado em todas as culturas da propriedade, pois tem papel fundamental na nutrição das plantas. Poderá ser empregado em maior quantidade nos talhões com capacidade produtiva superior, buscando compensar o seu custo com uma produção satisfatória.

A reposição de nutrientes no solo tende a se estabilizar com o passar dos anos, devido a uma ação residual. Com isso, a quantidade de composto empregado tende a se reduzir (SOUZA; REZENDE, 2006).

4.1 UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO NO CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

De maneira geral, em cultivos orgânicos de hortaliças, a utilização do composto orgânico é extremamente importante, visto que a nutrição dos cultivos depende do aporte de matéria orgânica de qualidade e devidamente decomposta. Porém, uma das dúvidas é sobre as dosagens recomendadas para as hortaliças diversas, bem como os métodos de aplicação do composto e os espaçamentos recomendados para as plantas neste modo de cultivo. Sendo assim, a Tabela 5 foi elaborada para auxiliar na minimização dessas dúvidas. É importante ressaltar que, para uma adubação orgânica mais eficiente, ou seja, feita de acordo com as

necessidades dos cultivos, são necessários ajustes de acordo com a análise de solo do local a ser plantado e do fertilizante orgânico que será utilizado.

Tabela 5. Recomendações gerais de dosagens de composto, formas de aplicação, espaçamento de plantas e formas de plantio para cultivo orgânico de hortaliças

Hortaliças	Formas de plantio	Espaçamento das plantas (m x m)	Dosagens de composto (50% umid.)	Aplicação do composto orgânico
Abóbora	Cova	2,20 x 3,00	15 t/ha	2/3 na cova de plantio e 1/3 em cobertura aos 45 dias.
Abobrinha italiana	Cova	1,20 x 0,60	30 t/ha	Localizada na cova de plantio.
Alface	Canteiro	Variedades lisas: 0,25 x 0,30 Variedades crespas: 0,30 x 0,30	200 g por cova aberta no canteiro	Para o primeiro ano, adubar de forma localizada nas covas após preparados os canteiros.
Alho	Canteiro	0,25 x 0,10	30 t/ha	2/3 em toda a área de plantio antes do encanteiramento e 1/3 em cobertura aos 30 dias.
Batata	Sulco	0,8 x 0,35	30 t/ha	2/3 no plantio e 1/3 aos 30 dias (antes da amontoa).
Batata-baroa	Leira (15 a 30 cm de altura)	1,00 x 0,40	30 t/ha	Espalhar a lanço 2/3 do composto antes de levantar as leiras e 1/3 em cobertura aos 120 dias.
Batata-doce	Leira (25 a 35 cm de altura)	1,00 x 0,40	Máximo de 20 t/ha	Espalhar a lanço em todo o solo antes do plantio e incorporar durante o levantamento das leiras.
Berinjela	Cova	1,30 x 0,80	1.500 g por cova	Localizada na cova de plantio.
Beterraba	Canteiro	0,30 x 0,10	30 t/ha	2/3 espalhado a lanço antes do encanteiramento e 1/3 em cobertura após o plantio.
Brócolis	Cova	1,20 x 0,50	30 t/ha	2/3 na cova de plantio e 1/3 em cobertura, ao redor das plantas, aos 30 dias após.
Cenoura	Canteiro	0,25 x 0,07	30 t/ha	2/3 em toda a área de plantio antes do preparo do solo e dos canteiros, e 1/3 em cobertura aos 30 dias.
Couve-flor	Cova	1,00 x 0,50	30 t/ha	2/3 na cova de plantio e 1/3 em cobertura aos 30 dias.
Feijão-vagem	Cova ou sulco	1,20 x 0,50	30 t/ha	2/3 na cova ou sulco de plantio e 1/3 em cobertura aos 30 dias.
Gengibre	Sulco	1,40 x 0,20	30 t/ha	1/3 no plantio; 1/3 em cobertura antes da primeira amontoa (90 dias); e 1/3 em cobertura antes da terceira amontoa (150 dias).
Inhame	Leira ou sulco	1,00 x 0,30	30 t/ha	2/3 no plantio e 1/3 em cobertura aos 90 dias.
Morango	Canteiro	0,30 x 0,25	200 g por cova aberta no canteiro	Localizada nas covas após preparados os canteiros. Mistura-se à terra da cova, irriga-se e depois procede-se ao Plantio.
Pepino	Cova	1,00 x 0,40	20 t/ha	Localizada na cova de plantio e misturada à Terra.
Pimentão	Cova	1,00 x 0,50	1.500 g por cova	2/3 (1.000 g) na cova de plantio; e 1/3 (500 g) em cobertura por planta, diluído em água na proporção de 1:2.
Quiabo	Cova	1,00 x 0,40	800 g por cova	Localizada na cova de plantio.
Repolho	Cova	0,60 x 0,30	30 t/ha	Localizada na cova de plantio.
Taro	Camalhões, cova ou sulco	1,00 x 0,40	2.000 g em sulco por metro linear	Localizada no fundo do sulco de Plantio.
Tomate	Sulco ou cova	1,20 x 0,40	30 t/ha	2/3 na cova de plantio; e 1/3 em cobertura ao pé da planta e incorporado.

Fonte: Modificado de Souza e Resende (2006).

4.2 UTILIZAÇÃO DE COMPOSTOS NO PLANTIO DO CAFEEIRO CONILON: RESULTADOS DE PESQUISA

Resultados recentes de pesquisa demonstraram que a adubação com compostos orgânicos na cova de plantio pode ser uma alternativa para substituir ou reduzir as adubações minerais nitrogenada e potássica recomendadas para o

primeiro ano pós-plantio das mudas do cafeeiro conilon (SILVA et al., 2009; SERRANO et al., 2009). Segundo esses autores, os compostos orgânicos preparados pelas misturas entre esterco bovino curtido e capim-elefante (CO1), e entre cama-de-frango e capim-elefante (CO2), ambos na proporção 1:4, bem como a quantidade aplicada, interferem no crescimento e estado nutricional das plantas.

De acordo com os resultados obtidos, as doses que proporcionaram o crescimento satisfatório das plantas de cafeeiro conilon estão entre 8.145 a 8.439 g/cova do CO1, e 8.637 a 8.706 g/cova do CO2 (SILVA et al., 2009). Além disso, a aplicação de 9.160 g/cova de CO1 ou 8.706 g/cova de CO2 proporcionaram os maiores teores foliares de N, além de teores foliares de K dentro da faixa recomendada para as plantas de cafeeiro conilon (SERRANO et al., 2009).

Contudo, os resultados ainda não são conclusivos e novos trabalhos são necessários para recomendar a substituição de fontes minerais de nutrientes (não-renováveis) por fontes orgânicas renováveis.

5. PLANEJAMENTO DE UM TERREIRO DE COMPOSTAGEM

Para executar um terreiro de compostagem deve-se dimensioná-lo para atender às necessidades de recebimento do material proveniente da capineira e do esterco. Segue abaixo um exemplo.

Tendo uma área de cultivo = X ha e uma dosagem média de composto = 20 toneladas por hectare, a quantidade anual será: X ha x 20 toneladas.

Ex: Em uma área de 10 ha, deve-se multiplicar por 20 para obter o total anual de composto necessário.

Quantidade anual= 10 x 20 = 200 toneladas

Considerando que se necessita de 1 m^3 iniciais de composto para produzir 250 quilos finais de composto (SOUZA; RESENDE, 2006), serão necessários 800 m^3 de composto para obter as 200 toneladas.

Manejo da capineira: Os cortes serão realizados quando o capim apresentar o máximo de sua capacidade vegetativa, estimando-se um intervalo de 120 dias entre cortes, ou seja, três cortes por ano. Esse período poderá variar em função da época do ano. O número de cortes poderá ser alterado em função da adequação à produção do composto e exuberância da capineira.

Uma média de sessenta dias são necessários para cada compostagem. Assim,

anualmente a compostagem necessitará de um pátio capaz de receber um sexto da compostagem total necessária, ou seja: 800 m^3/6 = 133 m^3, ou, (dividindo por 4) 33 toneladas.

- Ingredientes utilizados na leira de composto:

Esterco bovino ou similar (10%) = 20 toneladas de esterco

Capim-cameron (90%) = 180 toneladas

- Cálculo da área da capineira:

A capineira produz até 300 toneladas/ha/ano

180 toneladas de capim/300 t/ha/ano = 0,6 ha/ano = 6000 m^2 de capineira

Área de capineira = 77 x 77 m

- Cálculo da área do terreiro:

Volume do composto dividido pela área da seção da pilha de composto (conforme a Figura 9), 133m^3/2,25m^2 = 59 m lineares de composto (dividindo por 4 para formar 4 pilhas de composto) 59/4 = 15 m

Terreiro de cimento necessário (15 x 12 m), acrescentando 5 m nas extremidades para manobra da máquina = 25 x 12 m

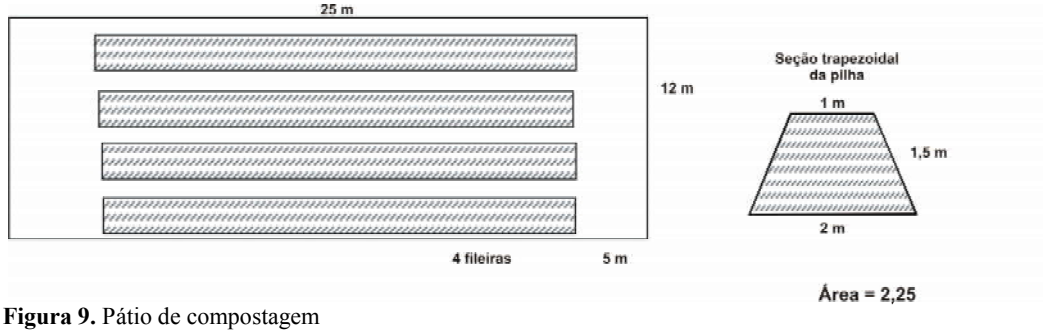

Figura 9. Pátio de compostagem

Alguns agricultores argumentam que não possuem esterco suficiente para a elaboração de composto. Entretanto, sabe-se que 500 quilos de peso vivo de bovino produz por dia 23,5 kg de esterco e 9,1 litros de urina (BASES PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉ ORGÂNICO, 2009), que anualmente são 11,9 toneladas. Considerando que o animal não deve ficar confinado 24 horas por dia e obtendo a metade do esterco e urina produzidos, tem-se aproximadamente 6 toneladas/ano.

Assim, a manutenção da fertilidade e adubação de uma propriedade agrícola poderá ser obtida da matéria orgânica no próprio local e passará pelo processo de compostagem. As matérias-primas do composto, em sua maioria, deverão ser

originárias da unidade de produção, tais como: palha de café, esterco bovino, restos de cultura, capim-napier produzido em capineira etc. Dessa forma evita-se o custo de transporte de material a distâncias maiores que inviabilizam a atividade.

No aspecto normativo da agricultura orgânica, segundo o decreto nº 6323 que regulamenta a lei 10831, que se refere às atividades pertinentes ao desenvolvimento da agricultura orgânica (PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2007), uma de suas diretrizes indica:

– reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis.

Dessa forma, uma propriedade agrícola que atende a estes aspectos está mais apta a obter a certificação orgânica do processo de produção.

6. MECANIZAÇÃO DO REVOLVIMENTO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA UNIDADE EXPERIMENTAL DE PRODUÇÃO ANIMAL AGROECOLÓGICA (UEPA)

Dentro da UEPA e Incaper, Linhares-ES, a compostagem orgânica é de fundamental importância, visto que possibilita a reciclagem dos resíduos orgânicos disponíveis e fornece, ao fim do processo, adubo orgânico de qualidade que é utilizado para fertilização dos tanques de criação de peixes, como complemento mineral das aves e adubação dos cultivos diversos.

Porém, nos últimos anos, foi observado que um dos maiores empecilhos para a realização da compostagem na UEPA e nas propriedades agrícolas diz respeito ao revolvimento manual do composto, pois exige a utilização demasiada de mão de obra.

A partir de protótipos de máquinas existentes no Estado citados no item 2.1, foi construída uma máquina de revolvimento de composto orgânico na UEPA (compostadeira). Consequentemente, os problemas anteriormente identificados de gastos excessivos de mão de obra para o revolvimento manual das leiras de composto foram minimizados. Ao mesmo tempo, devido ao maior volume de resíduos orgânicos trabalhados, a oferta de composto orgânico na UEPA se tornou maior, podendo atender a todas as demandas específicas da Unidade (Figura 10).

Figura 10. Atendimento de algumas demandas por composto orgânico na UEPA: (A) Composto sendo lançado nos tanques de criação de peixes para fertilização; e (B) Fornecimento para as aves para complementação mineral.

6.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA

Para a construção da máquina, algumas peças utilizadas foram adquiridas em ferro velho (diferencial, caixa de marcha, suspensão, pneus, perfis, tubo etc.). Outras peças usadas (rolamentos de esticadores de correias de veículos e correntes, pinhões e coroas de motocicletas) foram obtidas em sucatas de oficinas mecânicas de Linhares. Estas peças são impróprias para motocicletas ou veículos, mas utilizáveis na máquina, que funciona a velocidades reduzidas. Esta estratégia reduz o custo da máquina além de fazer uma boa reciclagem. Outros materiais utilizados foram adquiridos em lojas comerciais.

A máquina foi idealizada para funcionar em pátios ou terreiros da propriedade. O acionamento é realizado por motores elétricos.

Optou-se em desenvolver uma máquina simples, que pudesse ser construída em oficinas com equipamentos básicos de solda, esmeril, furadeira, policorte e ferramentas diversas que estejam ao alcance de agricultores ou em oficinas mais simples (Figura 11).

Figura 11. (A) Construção da máquina compostadeira na oficina da UEPA, Linhares, ES; (B) Detalhes internos da compostadeira em processo de aperfeiçoamento.

De maneira geral, a máquina é composta pelas seguintes partes: sustentação, direção, acionamento, transmissão, comando, revolvimento, destorroamento e reconstrução da leira. Os desenhos abaixo ajudam a visualizar algumas de suas características estruturais e funcionais (Figuras 12, 13 e 14).

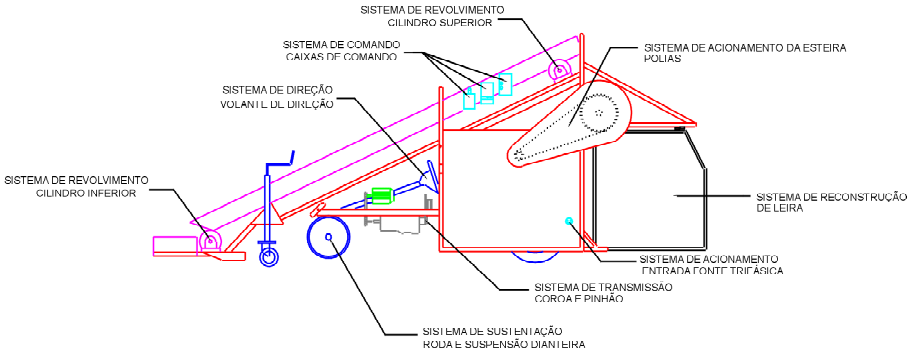

Figura 12. Vista lateral-esquerda da máquina de revolvimento de composto orgânico.

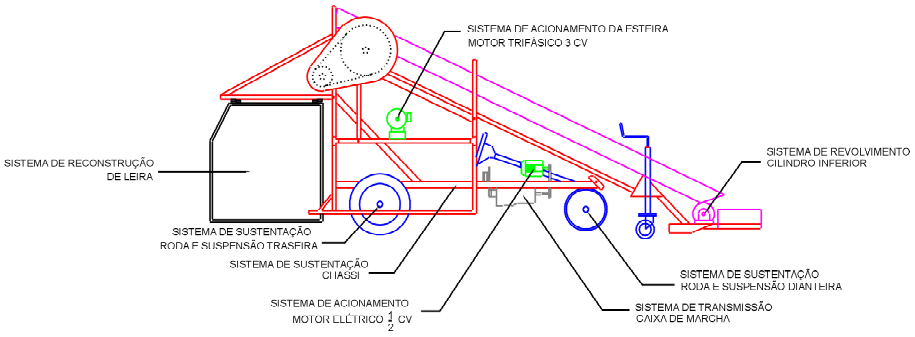

Figura 13. Vista lateral-direita da máquina de revolvimento de composto orgânico.

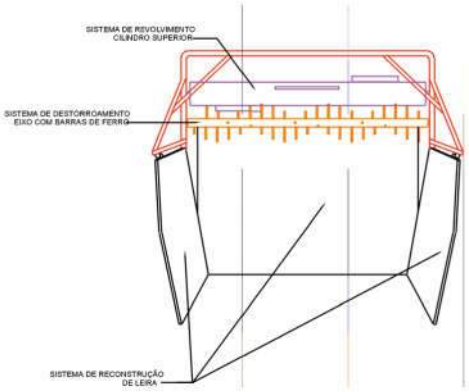

Figura 14. Vista traseira da máquina de revolvimento de composto orgânico.

Com o material adquirido, efetua-se a montagem do chassi com as rodas e o sistema de acionamento com a caixa de marcha e diferencial acoplado com o motor de ½ cv através de coroas e pinhões. A caixa de direção é instalada junto à suspensão dianteira para efetuar as manobras. São montadas a estrutura de sustentação e as tábuas que apóiam o borrachão da esteira transportadora. Em seguida, são colocados os cilindros inferior e superior com respectivos mancais, que acionarão o borrachão. Efetua-se o acoplamento do motor de 3 cv com respectivas polias e correias que acionarão o destorroador e os cilindros. São instaladas as chaves contatoras magnéticas e reversora no sistema elétrico que acionarão os motores. Os reguladores dianteiros de altura são instalados, assim

como as chapas de proteção e o sistema de reconstrução da leira. Um tubo de PVC de ¾ pol perfurado é colocado na parte traseira da máquina, que será acoplado a uma mangueira que conduz a água que irriga o composto. Finalmente é feito o acabamento final da máquina com a pintura.

Alguns serviços específicos, como tornear peças e soldas mais delicadas, foram encaminhados a oficinas especializadas.

Os perfis e materiais de ferro utilizados foram pintados com tinta anticorrosiva, ou dando preferência à utilização de materiais galvanizados, já que o composto é muito corrosivo.

Foi utilizada a correia transportadora de borracha, dando mais flexibilidade no recolhimento do composto pela máquina e evitando a corrosão. Optou-se pela instalação das rodas dianteiras sem os pneus para permitir um deslocamento sem trepidação, mantendo rígida a parte frontal da máquina.

A utilização da caixa de cinco marchas permite escolher várias velocidades. As velocidades mais lentas são utilizadas em leiras de composto maiores. A velocidade mais rápida permite manobras mais eficientes e um deslocamento mais rápido.

A máquina possui partes de madeira que fazem parte da sustentação da correia transportadora e também da proteção lateral, que evita que o composto saia da correia.

6.2 OPERACIONALIZAÇÃO DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA

O operador da máquina deve seguir ao lado dela, verificando se existe algum obstáculo ou material diferente do composto, ou se a máquina está alinhada com a leira, e corrigindo na direção se for o caso. Os reguladores dianteiros de altura são utilizados pelo operador para evitar que as lâminas de recolhimento fixadas à correia de borracha toquem o piso, ou se a máquina está demasiadamente alta, deixando para traz muito material sem recolher.

O acionamento da máquina é realizado pelas chaves magnéticas, que ligam e desligam os dois motores elétricos. O motor de 3 cv é utilizado para acionar a correia transportadora e o destorroador, e o motor de ½ cv faz o deslocamento da máquina, e com uma chave de reversão de rotação permite dar marcha ré, possibilitando efetuar manobras com a máquina.

O manejo do composto – reviramento, aeração, irrigação e enleiramento – é todo mecanizado. Além dessas funções, a compostadeira poderá, ao final do processo, recolher o composto pronto em uma carroça acoplada na parte traseira da máquina de compostagem.

Durante ou imediatamente após cada reviramento, as leiras serão novamente irrigadas para permitir uma umidade adequada em todo o volume, ou irrigadas quando a máquina faz o reviramento e efetua a irrigação simultaneamente. Este processo tem a vantagem de redução do tempo de compostagem e consequentemente diminuição do tempo de ocupação do pátio de compostagem, podendo reduzir a área necessária para efetuar a compostagem.

A segurança é fundamental, e se for necessário efetuar alguma manutenção. O equipamento deve ser desligado, evitando assim algum acidente.

6.3 AVALIAÇÕES DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA: DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES TÉCNICOS

Durante as avaliações da máquina, as suas cinco velocidades foram monitoradas, sendo as que demonstraram maior eficiência no que diz respeito ao tempo do revolvimento e à reconstrução correta das leiras de composto foram na segunda e terceira marchas. A Tabela 6 traz as suas velocidades de deslocamento, bem como as suas dimensões.

Tabela 6. Dimensões e velocidades da máquina compostadeira

Descrição das dimensões	Medidas (m)
Comprimento	4,3
Largura	1,9
Altura	1,9
Velocidade	**Deslocamento (m/h)**
1ª Marcha	53
2ª Marcha	98
3ª Marcha	231
4ª Marcha	316
5ª Marcha	381

Nos diversos testes realizados, notou-se que a máquina é extremamente eficiente, e a depender da velocidade com que é usada, pode revolver até 120 m^3 de composto por hora (Tabela 7). Consequentemente, relacionando a sua capacidade de revolvimento às necessidades específicas por matéria orgânica compostada, a máquina pode auxiliar no revolvimento de grandes quantidades desse material.

Tabela 7. Volume de composto revolvido por hora pela máquina de acordo com variações de velocidades

Velocidade	Volume Revolvido (m^3/hora)
1ª Marcha	18
2ª Marcha	35
3ª Marcha	84
4ª Marcha	103
5ª Marcha	120

Foram realizadas também avaliações participativas com o objetivo de criar novos indicadores técnicos e torná-la cada vez mais adaptada à realidade da UEPA e da agricultura familiar. Esses testes contaram com a participação de técnicos, estudantes, pesquisadores e agricultores familiares da região norte do Espírito Santo (Figura 15).

Figura 15. Teste participativo (com agricultores familiares, técnicos, estudantes e outros) da máquina compostadeira na UEPA, Linhares, ES.

Tabela 8. Orçamento da máquina.

Discriminação dos materiais de construção	Un.	Quant.	Valor Unit.	Valor R$
Borrachão com 2 lonas	m²	12	140,00	1.680,00
Ferro (perfis, barras, eixos etc)	kg	500	4,70	2.350,00
Materiais diversos (Caixa de marcha, caixa de direção e diferencial)	pçs	1	800,00	800,00
Motor elétrico ½ cv	pç	1	280,00	280,00
Motor elétrico 3 cv	pç	1	460,00	460,00
Tinta esmalte sintético	gl	2	35,00	70,00
Tubo de aço diâmetro de 8 pol e espessura 1/8 pol	m	3	80,00	240,00
Chapa de ferro galvanizado espessura 20 MSG, dimensões 2 x 1 metros	pç	4	66,00	264,00
Polias e correias diversas	pç	8	30,00	240,00
Cabo trifásico 4 mm2	m	50	4,40	220,00
Chaves (2 contatoras e 1 reversora)	verba	1	300,00	300,00
Parafusos diversos	pç	200	0,32	64,00
Barra redonda mecânica 1 1/4 pol	kg	37	3,83	141,71
Perfil de ferro I, altura 3 pol, c/ aba (espessura 6,6 mm, largura 59,2 mm), alma 4,32 mm	pç	1	145,00	145,00
Outros materiais (solda, fios etc.)	verba	1	200,00	200,00
Subtotal				7.454,71
Montagem da máquina (mecânico, soldador, eletricista etc)	verba	1	2.400,00	2.400,00
Total				9.854,71

7. REFERÊNCIAS

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em: <http://www.anda.org.br/home.aspx>. Acesso em: 16 fev. 2009.

ARAUJO, J. B. S. Manejo de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) na cultura do café, em sistema de cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001 Uberlândia , **Anais...** Uberlândia: MA/PROCAFÉ, 2001.

BASES PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉ ORGÂNICO. Disponível em: <http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/2014419898.pdf> Acesso em: 07 out. 2009.

CHAYANOV, A.V. **La organización de la unidad económica campesina**. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1974. 342 p.

FORNAZIER, M. J.; ARAUJO, J. B. S.; ROCHA, A. C. Enfolhamento em lavoura de cafe em conversão do sistema tradicional para o cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2000. v.1. p.163

HOWARD, A. **Um testamento agrícola**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. 360 p.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

MAIA, C. E.; BARRETO, A. K. G.; MARIGUELE, K. C.; SILVA, A. K. M.; MEDEIROS, F. A. S. B. Curva de retenção de água em um Luvissolo Crômico com adição de doses de composto orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABID, 2001. p. 69-74.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Decreto nº 6.323. Diário Oficial da União, Brasília-DF. 28/12/2007.

SALES, E. F.; BATISTA, A. de S. A transição de agricultores convencionais em agricultores orgânicos certificados pela Chão Vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Emater-RS, 2003.

SERRANO, L. A. L; SILVA, V. M. da; FORMENTINI, T. A.; TEIXEIRA, F. R.; Adubação orgânica na cova de plantio do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner): II. Efeitos nos teores foliares de nutrientes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória/ES. **Anais**... Vitória: VI SPCB, 2009.

SILVA, V. M da; SERRANO, L. A. L.; FORMENTINI, E. A.; TEIXEIRA, F. R.; Adubação orgânica na cova de plantio do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner): I. Efeitos no crescimento da planta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória/ES. **Anais**... Vitória: VI SPCB, 2009.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. L. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2006. 843p.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica:** tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998.

Apoio

Realização:

SECRETARIA DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA