

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**COMPOSTAGEM DO RESÍDUO SÓLIDO GERADO NA CULTURA DO FUMO
(*Nicotiana tabacum* L.) E SUA UTILIZAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
ARBÓREAS**

DÁRIO COSTA PRIMO

**CRUZ DAS ALMAS
JANEIRO - 2009**

**COMPOSTAGEM DO RESÍDUO SÓLIDO GERADO NA CULTURA DO FUMO
(*Nicotiana tabacum* L.) E SUA UTILIZAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
ARBÓREAS**

DÁRIO COSTA PRIMO

Biólogo

Universidade do Estado da Bahia, 2003

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para obtenção do grau de mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Ciência do Solo.

ORIENTADOR: Professor Dr. Francisco de Souza Fadigas

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2009

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DO ALUNO DÁRIO COSTA PRIMO**

Dr. Francisco de Souza Fadigas
(Orientador) CETEC - UFRB

Dra. Josanidia Santana Lima
UFBA

Dra. Rozimar de Campos Pereira
CCAAB - UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias em.....
Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em

FICHA CATALOGRÁFICA

P952

Primo, Dário Costa.

Compostagem do resíduo sólido gerado na cultura do fumo (*Nicotiana tabacum* L.) e sua utilização para produção de mudas arbóreas / Dário Costa Primo. Cruz das Almas BA, 2009.

72 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Souza Fadigas.

Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009.

1. Compostagem. 2. Manejo agroambiental. 3. Composto orgânico. 4. Mudas arbóreas. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 20 ed. 628.4

À minha irmã Isabel Costa Primo de Queiroz e
ao amigo Carlos Daniel Seifert Schmidt

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua bondade e permissão para realizar este trabalho estando ao meu lado nas horas mais difíceis e solitárias e que sempre esteve presente em minha vida, mostrando os caminhos a serem seguidos de forma correta e com muita esperança no futuro. À UFRB, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. À Coordenação de Aperfeiçoamento aos Profissionais do Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado. A Empresa Danco, Indústria e Comércio de Fumos Ltda. pelo aporte financeiro ao projeto da pesquisa. Ao professor Dr. Francisco de Souza Fadigas pelas orientações, pela amizade, confiança, incentivo e oportunidade concedida, pela sua generosidade, paciência e compreensão no decorrer da realização deste trabalho e pelos conceitos repassados que me fizeram refletir sobre o “pensamento científico” a quem sou muito grato. Ao co-orientador José Carlos Ribeiro de Carvalho, pelas valiosas sugestões indispensáveis para a realização deste trabalho. À minha mãe Balbina Costa e à minha irmã Isabel de Queiroz por tudo que fizeram por mim durante o tempo em que fiquei distante de casa. Ao amigo Carlos Daniel Seifert Schmidt funcionário da Danco e sua esposa Marilene pelo incentivo em fazer o mestrado, pela nossa amizade e pelo apoio solidário constante desde o curso de especialização e durante toda a pesquisa, a quem sou eternamente grato. À professora Ana Fermino, ao Dr. Carlos Ledo, e ao professor Albani pelo auxílio na realização das análises estatísticas. Aos professores Marco Silva, Washington Duete, José Fernandes e Anacleto Ranulfo pelos conselhos e amizades constituídas. Ao colega Raimundão e toda a equipe do reflorestamento da Danco pelo apoio constante. Ao amigo José Carlos Cerqueira de Moraes pelo apoio solidário. Aos amigos de turma, Leandro, Ubiratan e Dreid pelo espírito de solidariedade, ajuda e companheirismo no decorrer do curso. À dona Dete, sogra de Daniel, pela amizade e auxílio fornecido. Aos colegas Valdir Fonseca, Nailson, Ádila e Jefferson pelo apoio solidário nos momentos iniciais do curso. Ao amigo Carlos Vidal e sua esposa Marizete pela amizade e pelo acolhimento aos domingos em sua casa. Ao amigo Antonio (Toninho), pelo espírito de boa vontade em me auxiliar nos trabalhos de campo. Às colegas graduandas, Taiane, Beatriz, Ilana e Duda, pelo apoio nas coletas realizadas em campo. Aos vigilantes Cristino e Robson pelas palavras de encorajamento. A todos os colegas do Programa de Pós-graduação indistintamente, pelo saudável convívio e amizades constituídas.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Compostagem como Processo de Decomposição.....	2
1.2 Fatores que Afetam a Compostagem.....	4
1.2.1 Temperatura.....	4
1.2.2 Umidade.....	5
1.2.3 Aeração.....	6
1.2.4 Relação C/N.....	7
1.2.5 pH.....	8
1.2.6 Ação Microbiológica.....	9
1.2.7 Tamanho das Partículas.....	10
2 Resíduo da Atividade Fumageira.....	11
3 Produção de Mudanças Arbóreas.....	12
Referências.....	13

CAPÍTULO 1

MANEJO RACIONAL DE RESÍDUO DA CULTURA DO FUMO (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) PARA OBTENÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO.....	16
Resumo	17
Abstract	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	22
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas.....	29

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO COM RESÍDUO DE FUMO (<i>Nicotiana tabacum</i> L.).....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	39
Concentração de Macro e Micronutrientes.....	39
Concentração Residual de Nicotina.....	41
Presença de Resíduos de Agrotóxicos.....	42

Conclusões.....	43
Referências Bibliográficas.....	44

CAPÍTULO 3

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO DA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

ARBÓREAS.....	46
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussão.....	53
Germinação.....	53
Avaliação do Crescimento das Plantas.....	54
Acumulação de Massa Fresca e Seca.....	56
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....

COMPOSTAGEM DO RESÍDUO SÓLIDO GERADO NA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) E SUA UTILIZAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS ARBÓREAS

Autor: Dário Costa Primo

Orientador: Francisco de Souza Fadigas

RESUMO. O estudo teve por objetivo a obtenção de um composto orgânico a partir do resíduo sólido gerado após a colheita do fumo e sua avaliação na produção de mudas de espécies arbóreas. O trabalho foi desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições com os seguintes tratamentos: TF+EB+RB - talo de fumo picado (85%)+esterco bovino (15%)+rúmen bovino (0,26%); TF+EB+MP - talo de fumo picado (85%)+esterco bovino (15%)+microsept-pó (0,13%) e TF+EB - talo de fumo picado (85%)+esterco bovino (15%). Foram avaliados temperatura, umidade, relação C/N e pH. A temperatura e a umidade das pilhas foram monitoradas semanalmente. As pilhas foram revolvidas a cada 07 dias, inicialmente e a seguir a cada 14 dias até os 60 dias. Entre vinte e quarenta dias, as pilhas mantiveram temperatura entre 57 e 60 °C. A mistura contendo rúmen bovino (RB) apresentou menor temperatura após 40 dias. Ao final da compostagem a mistura contendo microsept-pó (MP) foi a que apresentou menor média de umidade. A relação C/N, do composto obtido, ficou entre 10/1 e 11/1. Os três tratamentos apresentaram pH fracamente alcalino na fase de cura podendo considerar 60 dias de compostagem como tempo suficiente para a obtenção de um composto orgânico de resíduo de fumo utilizando esterco e rúmen bovino. Na segunda etapa, foram avaliadas quimicamente as combinações de talos de fumo, esterco e rúmen bovino (TF+EB+RB); talos de fumo, esterco bovino e microsept-pó (TF+EB+MP) e talos de fumo mais esterco bovino (TF+EB). Foram realizadas análises do composto orgânico para determinação da concentração de macro e micronutrientes, concentração de nicotina e presença de resíduos de agrotóxicos na matéria prima. Verificou-se alta concentração de potássio (K), nitrogênio (N), cloro (Cl) e ferro (Fe) em relação aos demais macro e micronutrientes. Não foram detectados resíduos dos agrotóxicos analisados na matéria prima (TF) e nem presença de nicotina em amostras média do composto obtido aos 120 dias. No final do processo de

compostagem verificou-se que o tratamento contendo rúmen e esterco bovino e o tratamento apenas com esterco bovino, foram os que proporcionaram composto orgânico com maior concentração em macro e micronutrientes. Etapa 3. O experimento foi conduzido em viveiro coberto com tela sombrite em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial com quatro tratamentos e sete repetições. Foi avaliado o composto T1- talo de fumo (85%) compostado com esterco bovino (15%) e rúmen bovino (0,26%); T2- talo de fumo (85%) compostado com esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%); T3- talo de fumo (85%) compostado apenas com esterco bovino (15%) e T4- o controle contendo apenas esterco bovino. Foram avaliados a germinação, altura e o diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa fresca dos nódulos, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz e número de nódulos (*Erythrina sp.*). As sementes de mulungu (*Erythrina sp.*) e amburana-de-cheiro (*Amburana sp.*) apresentaram percentual germinativo de 100% aos vinte dias após a semeadura. A pitomba (*Talisia sp.*) e o jenipapo (*Jenipa sp.*) apresentaram percentual de germinação de 100% e 96%, respectivamente, porém aos trinta dias após semeadura. Os resultados estatísticos demonstraram que o composto 1 e o composto 3 promoveram valores médios superiores para os parâmetros de crescimento das quatro espécies estudadas quando comparados aos demais. Os valores médios obtidos estatisticamente quanto à matéria fresca e seca da parte aérea e raiz também foram mais expressivos para o composto orgânico 1 e 3. O composto orgânico obtido com resíduo da cultura do fumo, em mistura com rúmen e esterco ou apenas esterco proporcionou melhor efeito nos parâmetros de crescimento, matéria fresca e seca das quatro espécies florestais estudadas.

Palavras-chave: composto orgânico, restos culturais, reciclagem resíduos.

COMPOSTED SOLID WASTE GENERATED BY TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.) CULTIVATION AND ITS USAGE IN THE PRODUCTION OF TREE SEEDLINGS

Author: Dário Costa Primo

Advisor: Francisco de Souza Fadigas

ABSTRACT: This study aimed to achieve organic compost from solid waste generated by the tobacco harvest and its evaluation in the production of tree seedlings. This work was developed in three stages. In the first stage, the experiment was carried out in an entirely random design with six repetitions with the following treatments: TF+EB+RB-chopped tobacco stem (85%)+bovine manure (15%)+bovine rumen (0,26%); TF+EB+MP-chopped tobacco stem (85%)+ bovine manure (15%)+microsept-dust (0,13%) and TF+EB-chopped tobacco stem (85%)+ bovine manure (15%). It was evaluated the temperature, moisture content, C/N relation and pH. The temperature and moisture content of the piles were weekly monitored. The piles were revolved each 07 days, initially, and then each 14 days until the 60th day. Between the 20 and 40 days, the piles kept a temperature from 57 to 60 °C. The mixture containing bovine rumen (RB) presented the lowest temperature after 40 days. At the end of the composting, the mixture containing microsept-dust (MP) was those which presented the lowest moisture content average. The C/N relation, of the achieved compost, ranged from 10/1 to 11/1. The three treatments presented pH slightly alkaline in the maturation process, being the 60 days considered to be time enough to obtain an organic compost of tobacco waste using bovine manure and rumen. In the second stage, the combinations of tobacco stems and bovine manure and rumen (TF+EB+RB); tobacco stem, bovine manure and microsept-dust (TF+EB+MP) and tobacco stem plus bovine manure (TF+EB) were chemically evaluated. Analyses of the organic compost were carried out to determine the concentration of macro and micro nutrients, nicotine concentration and presence of pesticides or herbicides residues. It was noticed a high concentration of potassium (K), nitrogen (N), chlorine (Cl) and iron (Fe) comparing to the other micro and macro nutrients. Residues of herbicides and pesticides analyzed in the raw material (TF) were not detected, neither the presence of nicotine in medium samples of the compost achieved after 120 days. In the end of the composting process it was noticed that the treatment containing bovine rumen and manure and the one

containing only bovine manure were those which provided organic compost with the highest level of micro and macro nutrients. Stage 3. The experiment was carried out in a woven nylon covered lath house in an experimental design of random blocks in a factorial schema with four treatments and seven repetitions. It was evaluate the compost T1- chopped tobacco stem (85%) composted with bovine manure (15%) and bovine rumen (0,26%); T2- chopped tobacco stem (85%) composted with bovine manure (15%) and microsept-dust (0,13%); T3- chopped tobacco stem (85%) composted only with bovine manure (15%). The parameters evaluated were germination, caulis diameter and height, root length, nodules fresh mash, fresh and dry mass of the aerial part and of the root, and number of nodules (*Erythrina sp.*). The mulungu (*Erythrina sp.*) and amburana-de-cheiro (*Amburana sp.*) seeds presented a germinative percentage of 100% on the 20 days of sowing. The pitomba (*Talisia sp.*) and the jenipapo (*Jenipa sp.*) presented germination percentage of 100% and 96%, respectively, but 30 days after the sowing. The statistic results showed that the compost 1 and the compost 3 provided best average values to the parameters growth in the four studied species when comparing to the others. The average values achieved statistically about the fresh and dry mass of the aerial part and roots of the plants were also more expressive to the organic composts 1 and 3. The organic compost obtained with the tobacco cultivation waste, mixed with bovine manure and rumen or only with manure provided better effects in the growth, dry and fresh mass to the four forest species studied.

Key words: organic compost, cultures rests, residues recycling

1 INTRODUÇÃO GERAL

O modelo atual de desenvolvimento humano tem causado graves prejuízos ao meio ambiente gerando impactos ao solo muitas vezes irreversíveis. A destinação correta de resíduos sólidos é atualmente uma das principais demandas ambientais em todo planeta. Na maioria das vezes, os resíduos são devolvidos ao meio ambiente, de forma inadequada, resultando na contaminação do solo e das águas, causando prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

A crescente preocupação com os problemas ambientais, associada à escassez de recursos naturais tem levado o homem a pensar sobre a questão dos resíduos produzidos. Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento acentuado da produção de resíduos sólidos, devido ao avanço tecnológico. Como consequência desse fenômeno, a questão do tratamento e destino final dos resíduos sólidos tornou-se de grande importância nas políticas sociais e ambientais (PROSAB, 1999).

Uma das possibilidades de se recuperar e reabilitar solos degradados é através da incorporação da matéria orgânica. Nesse sentido, os resíduos agroindustriais, quando manejados adequadamente, podem suprir, com vantagens, boa parte da demanda de insumos industrializados utilizados na produção agrícola, sem afetar adversamente os recursos naturais (ALCARDE *et al.*, 1999 e BURMER, 2000).

A utilização adequada de composto orgânico na agricultura brasileira é importante para elevar o nível de produtividade dos solos pobres em nutrientes essenciais às plantas. O aproveitamento dos elementos nutritivos contidos nos resíduos agrícolas pode ser feito por meio de processamento simples, como a compostagem. Esse é um processo de decomposição aeróbia, no qual a matéria orgânica se transforma, sob ação de microorganismos, em um adubo estável e rico em nutrientes.

O uso da compostagem viabiliza a destinação adequada de resíduos agroindustriais, já que a maior parte desses é formada pela matéria orgânica. A técnica da compostagem envolve processos simplificados e é feita em pátios onde o material a ser compostado é disposto em montes de forma cônica, denominada pilhas de compostagem, ou em montes de forma prismática, com seção reta aproximadamente triangular, denominados leiras de compostagem.

O composto orgânico serve como fonte de nutrientes para as plantas e como condicionador do solo e têm se constituído em uma importante função de adubação para os produtores, promovendo melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo aumentando sua fertilidade.

A compostagem de resíduos sólidos para produção de composto orgânico constitui a alternativa mais indicada para se buscar sistemas agrícolas sustentáveis. Entre as vantagens da compostagem pode-se ainda destacar a economia de espaço físico em aterros sanitários pela redução da quantidade de matéria orgânica neles depositada e o fato de se constituir numa alternativa de pequeno custo para as empresas geradoras de resíduos orgânicos, sendo de grande valia na diminuição da quantidade dos resíduos gerados. A compostagem também pode ser utilizada para eliminar parte do problema dos resíduos sólidos orgânicos urbanos, dando um destino útil ao lixo domiciliar (PEREIRA NETO, 1989).

O composto orgânico quando aplicado ao solo melhora sua estrutura e devolvem a terra os nutrientes de que a planta necessita, além de aumentar a sua capacidade de retenção de água, favorece o controle da erosão e diminui o uso de fertilizantes industrializados. Atualmente, a pressão exercida para a utilização de métodos de tratamento final de resíduo com menor impacto ambiental, conduz a um novo interesse no processo de compostagem, particularmente em relação à reciclagem dos resíduos agrícolas e agroindustriais (KIEHL, 2004).

O crescimento da população humana tem causado prejuízos ao meio ambiente, gerando impactos ambientais negativos aos recursos hídricos, às florestas e ao solo muitas vezes irreversíveis, provocando alterações estruturais e funcionais nos diversos ecossistemas, resultando na degradação dos recursos naturais e da qualidade de vida.

1.1 Compostagem como Processo de Decomposição

A Compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. O produto final resultante do processo de compostagem pode ser considerado como um enriquecedor do solo. Em linhas gerais, a compostagem, consiste no aproveitamento de matérias-primas que contenham um balanço de relação carbono/nitrogênio favorável ao metabolismo dos organismos que vão efetuar sua biodigestão (BARRETO, 1986).

A compostagem constitui-se num processo biológico aeróbico e controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus, no qual os microrganismos metabolizam materiais orgânicos (ALDER, 1991; D'ALMEIDA e VILHENA, 2002).

A compostagem é um processo de decomposição da matéria orgânica bruta realizada pelos microrganismos, os quais obtêm a energia pela oxidação biológica do carbono dos resíduos, parte da energia é utilizada no metabolismo e a restante é liberada em forma de calor (JUNHO *et al.*, 2004). É o processo de decomposição aeróbia onde a ação e a interação de microrganismos também dependem de ocorrência de condições favoráveis, tais como temperatura, umidade, aeração pH, tipo de composto orgânico existente, concentração e tipos de nutrientes disponíveis (PEIXOTO, 1988). Toda massa heterogênea de resíduos orgânicos pode ser tratada e transformada em composto orgânico para uso agrícola, eliminando dessa forma os vários problemas ambientais e sanitários (PEREIRA, 1985).

A produção do composto orgânico passa pelas seguintes fases: uma inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida da fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a cura, maturação ou mais tecnicamente, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. O produto final suficientemente estabilizado pode ser aplicado no solo com várias vantagens sobre os fertilizantes químicos de síntese. (KIEHL, 1998).

O aproveitamento agrícola de resíduos agroindustriais na forma de composto orgânico, pode resultar em maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas, sobretudo devido ao fato de possibilitar melhor reciclagem de nutrientes no sistema e redução da contaminação ambiental decorrente da disposição inadequada dos mesmos. O adubo orgânico além de fornecer macro e micronutrientes, destaca-se por um papel fundamental e muito importante, o fornecimento de matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo. Nesse caso, o efeito é o de condicionador do solo, considerando a matéria orgânica como um produto químico que melhora as propriedades físicas do solo (RAIJ, 1996).

De maneira geral, os grandes volumes de resíduos vegetais advindos da agricultura, não retornam ao solo, tornando a agricultura cada vez mais dependente de insumos externos. Contudo, tais materiais têm grande possibilidade de serem utilizados no próprio processo produtivo, na forma de composto orgânico,

contribuindo assim para um melhor condicionamento do solo e fornecendo parte dos nutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura.

1.2 Fatores que Afetam a Compostagem

1.2.1 Temperatura

Durante todo o processo ocorre produção de calor e desprendimento, principalmente, de gás carbônico e vapor de água (KIEHL, 1998; ADLER, 1991). A biodecomposição ocorre por meio de população diversificada de microrganismos, envolvendo duas fases distintas, uma de degradação ativa (termofílica) e outra de maturação ou cura. Na fase de degradação ativa, a temperatura deve ser controlada na faixa de 45 a 65°C. Na fase de maturação ou cura, na qual ocorre a humificação da matéria orgânica previamente estabilizada na primeira fase, a temperatura deve permanecer na faixa mesofílica, ou seja, menor que 45°C (ADLER, 1991).

Segundo Kiehl (1985), a faixa ótima de temperatura para a compostagem é a que vai de 50 a 70°C, sendo 60°C a mais indicada. Há autores como Peixoto (1988) e Pereira Neto (1989) que consideram como melhor faixa a que vai de 50 a 60°C. A temperatura é o fator mais importante para determinar se a operação da compostagem se processa como desejável. A produção de calor de um material é um indicativo da atividade biológica desse material e, por isso, indiretamente, do seu grau de decomposição (BIDLINGMAIER, 1985).

O calor desenvolvido no composto é o resultado da influência de outros fatores que atuam no processo de decomposição. Havendo microrganismos, oxigênio, umidade, tamanho de partícula favorável e material com relação C/N em torno de 30/1 haverá, forçosamente, desenvolvimento de calor, indicativo de que se iniciou o processo de fermentação (PEIXOTO, 1988). Materiais ricos em proteínas com relação C/N baixa, aquecem-se mais rapidamente e alcançam maior temperatura que os celulósicos com elevada relação C/N (KIEHL, 1985).

O aumento da temperatura até atingir o estado mesofílico, ocorre poucos dias após a montagem da pilha. A seguir, a temperatura sobe até cerca de 60°C dando-se o estágio termofílico no qual a decomposição é máxima e que pode durar mais de 20 dias. Essa faixa de temperatura é considerada ideal para evitar a morte dos microrganismos úteis ao processo (JUNHO, *et al.*, 2004).

A partir de 20 dias a pilha vai diminuindo de tamanho e ficando mais escura, reflexo da decomposição das substâncias orgânicas promovida pela atividade microbiana (WITTER e LOPEZ, 1987). A temperatura é um fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e a eliminação de patógenos. A compostagem pode ocorrer tanto em temperatura termofílica (45 a 85°C) como mesofílica (25 a 43°C), sendo um indicativo da ação biológica de fácil acompanhamento, e que reflete a eficiência do processo. Se a leira apresentar temperatura da ordem de 40 e 60°C logo nos primeiros dias, é sinal que a compostagem terá todas as chances para ser bem sucedida (PROSAB, 1999).

Em geral considera-se que 60°C é o pico de temperatura ideal, pois os organismos patogênicos e sementes de ervas daninhas são destruídos pelo longo tempo de exposição a essas condições, sem, contudo haver perda excessiva de nutrientes como o nitrogênio (PEIXOTO, 1988; GOMES e PACHECO, 1988). Caso a pilha alcance temperaturas demasiadamente altas, recomenda-se irrigar o composto ao fazer o reviramento (KIEHL, 1998; PEREIRA, 1985). O modo mais simples de controle da temperatura é o revolvimento periódico das leiras de compostagem (JUNHO *et al.*, 2004).

1.2.2 Umidade

Quanto ao fator umidade a melhor faixa para o material ser compostado situa-se entre 40% e 60%. Abaixo de 35%, a atividade microbiana é afetada e acima de 65% começa a haver comprometimento da aeração da massa, provocando condições anaeróbicas e com conseqüente liberação de odores desagradáveis. Na operação de controle da umidade é importante que todas as camadas do material em compostagem tenham igual teor de água, portanto, ao revolvê-lo deve-se misturar as camadas externas mais secas com as internas mais úmidas (TAGLIARI, 1997).

A umidade interfere na troca de gases, sendo que, teores de umidade elevados prejudicam a aeração, promovendo então uma decomposição anaeróbica. Em termos práticos, pode-se avaliar a umidade ideal quando ao pegar o material, sente-se que o mesmo está úmido, mas não escorre água quando comprimido. Se estiver abaixo de 40%, a atividade microbiana se reduzirá até a estagnação do processo de decomposição. Caso esteja acima de 60%, além de diminuir a

temperatura das pilhas, irá dificultar a troca de gases transformando-se numa decomposição anaeróbia que, além de ser mais lenta, exala odores desagradáveis podendo atrair moscas (PEIXOTO, 1988).

O material em decomposição deverá estar sempre úmido, entre os limites de 30% e 70% de umidade. Valores menores que 30% impedem a fermentação e maiores que 70% expulsam o ar do ambiente. Umidade para o metabolismo dos microrganismos deverá estar na faixa de 40% a 60%. Valores de umidade inferiores a 40% inibem a atividade dos microrganismos no processo de compostagem, enquanto o excesso de umidade superior a 70% pode proporcionar condições anaeróbicas, por causa da obstrução dos vazios pela água, restringindo a difusão de oxigênio (JUNHO *et al.*, 2004; TEIXEIRA, 2002).

1.2.3 Aeração

Com relação à aeração, o oxigênio é de vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição. Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor. O arejamento evita a formação de maus odores e a presença de moscas, o que é importante tanto para o processo como para o meio ambiente. Para se obter o adequado suprimento de oxigênio devem-se realizar revolvimentos do material, que podem ser feitos utilizando-se garfos, enxadadas e ancinhos. A aeração é necessária para a atividade biológica entrar em ação, possibilitando a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida (TAGLIARI, 1997).

Um suprimento adequado de ar a todas as partes da pilha é essencial para se fornecer oxigênio aos microrganismos e retirar o gás carbônico produzido. O tamanho das pilhas, a natureza do material, o tamanho das partículas, o teor de umidade, e o número de reviramentos, influenciam diretamente na aeração. O maior número de reviramento no primeiro mês é devido a maior atividade microbiana, conforme pode ser observado pelo aumento da temperatura da pilha. A aeração é importante e diminui odores (PEIXOTO, 1988). A boa aeração é importante porque garante o controle da temperatura da atividade microbiana, o fornecimento de oxigênio para essa oxidação e permite que a decomposição seja aeróbica, mais rápida e eficiente que a anaeróbica. Outro efeito é favorecer o aquecimento do

composto, eliminando patógenos; com o arejamento evita-se a formação de maus odores e a presença de moscas, o que é importante tanto para o processo como para o meio ambiente (JUNHO *et al.*, 2004).

1.2.4 Relação C/N

No tocante ao fator relação C/N, este é de fundamental importância para o tempo de compostagem de um determinado resíduo. A princípio, todos os resíduos orgânicos, inclusive os agrícolas podem ser compostados. No entanto, para se obter um composto de boa qualidade em menos tempo é necessário que os resíduos apresentem um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono, favorecendo o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo. Tendo em vista que esses microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio numa proporção de 30 partes do primeiro para uma parte do segundo (C/N=30/1), essa também será a proporção ideal nos resíduos. No entanto, consideram-se os limites de 25/1 a 35/1 como sendo as relações C/N mais recomendadas para uma compostagem rápida e eficiente (TAGLIARI, 1997). A relação C/N baixa é considerada quando menor que 25/1, ideal 25/1 a 35/1 e alta maior que 35/1 (LYNCH, 1986).

Quando ocorre o contrário, ou seja, a matéria prima possui relação C/N alta, o processo torna-se demorado e o produto final apresentará baixos teores de matéria orgânica. Para corrigir essa distorção basta acrescentar materiais ricos em nitrogênio tais como esterco, camas animais e tortas vegetais. Resíduos com relação C/N baixa perdem nitrogênio na forma amoniacal durante o processo de compostagem, prejudicando a qualidade do composto. Nesse caso, recomenda-se juntar restos vegetais celulósicos para elevá-la a um valor próximo do ideal 30/1 (TAGLIARI, 1997).

O conhecimento da relação C/N de um material orgânico reflete, portanto, o grau de resistência à sua decomposição. A quantidade de Nitrogênio requerida por unidade de carbono varia com os tipos de microrganismos envolvidos no processo, sendo que, de uma maneira geral, 30 partes de peso de C são usadas pelos microrganismos por cada parte de N. Portanto, uma relação C/N entre 26 e 35 proporciona uma rápida compostagem. Se for maior, o resíduo irá demorar muito tempo para se decompor, se for menor, então o N será perdido em grande parte na

forma de gás, já que está em excesso e os microrganismos durante a compostagem não conseguem absorver tudo, por limitação de C (PEIXOTO, 1988). Quanto maior a diversidade de resíduos orgânicos utilizados para se fazer a compostagem, mais se aproxima a relação C/N do ideal obtendo-se um composto final mais rico em teores de nutrientes e compostos húmicos, o que é desejável para a agricultura. Um composto curado, ou melhor, estabilizado deverá ter a relação C/N igual ou menor que 18/1, podendo ser aplicado próximo ao plantio sem causar qualquer dano às culturas, aumentando a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas (PEIXOTO, 1988).

Na construção de uma pilha de compostagem é freqüente utilizar uma mistura de materiais ricos em carbono com outros ricos em nitrogênio. Os materiais ricos em carbono fornecem a matéria orgânica e a energia para a compostagem e os materiais nitrogenados aceleram o processo de compostagem, porque o nitrogênio é necessário para o crescimento dos microrganismos. Genericamente, quanto mais baixa é a relação C/N mais rapidamente termina a compostagem (KIEHL, 2004).

Para relações C/N inferiores, o nitrogênio ficará em excesso e poderá ser perdido como amoníaco causando odores desagradáveis. Para relações C/N mais elevadas a falta de nitrogênio irá limitar o crescimento microbiano e o carbono não será todo degradado, resultando em baixas temperaturas e que a compostagem se processe mais lentamente (RINK, 1992; JIMENEZ e GARCIA, 1989).

1.2.5 pH

Outro fator de destaque na compostagem dos resíduos orgânicos é o pH. No início da compostagem é em geral relativamente ácido, ou seja, com valores entre 5 e 6. A produção de ácidos orgânicos nos estádios iniciais da decomposição pode provocar um rápido decréscimo do pH. Em poucos dias, entretanto, ocorre uma recuperação rápida, atingindo valores entre 7,0 e 8,0 permanecendo até o final do processo, com possibilidade de pequena queda. Já que a faixa de variação ótima do pH para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos está entre 6,5 e 8,0, a compostagem de resíduos orgânicos, se bem conduzida, não apresenta problemas para o controle de pH (PEIXOTO, 1988). O pH ótimo para a maioria dos microrganismos varia entre 5,5 e 8,5 (JIMENEZ e GARCIA, 1989).

O pH na pilha pode ser problema apenas quando se faz compostagem utilizando somente um tipo de resíduo que mantenha o pH abaixo de 6,5 durante o processo, e nesse caso haveria necessidade de se adicionar calcário de modo a elevar o pH e, assim promover um melhor desenvolvimento dos microrganismos (PEIXOTO, 1988). Valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem (JIMENEZ e GARCIA, 1989).

O pH de uma amostra serve para indicar o estado de decomposição de composto orgânico quando submetido ao processo de compostagem. Considera-se que a matéria prima crua tem reação ácida, composto semicurado e bioestabilização, reação neutra ou quase neutra e, composto humificado, pH básico. Contudo, na compostagem, o valor final do índice de pH abaixo de 6,0 não é aceitável como composto maturado (KIEHL, 2004).

A passagem à fase termofílica é acompanhada de rápida elevação do pH, que se explica pela hidrólise das proteínas e liberação de amônia. Assim, normalmente o pH se mantém alcalino (7,5 - 9,0) durante a fase termofílica (PROSAB, 1999). A matéria orgânica decomposta em condições aeróbias apresenta pH neutro ou alcalino, devido aos humatos alcalinos que forma (EGREJA FILHO, 1993).

1.2.6 Ação Microbiológica

No mecanismo da compostagem a ação microbiana é o fator mais importante para que ocorra a biodegradação. Durante a compostagem, há despreendimento de gás carbônico, água na forma de vapor e energia, devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é usada para crescimento e movimento, sendo a restante liberada como calor, que se procura conservar na pilha de compostagem. Como resultado, a pilha se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge estágio de maturação. O composto final, húmus, é constituído de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos de compostos e microrganismos mortos e vivos (PEIXOTO, 1988).

Os principais grupos de microrganismos que realizam a decomposição de matéria orgânica são bactérias e fungos (GOMES e PACHECO, 1988). Os materiais inoculantes, como esterco, camas de animais, resíduos de frigoríficos, tortas

oleaginosas, são ricos nesses microrganismos. Daí a necessidade de um destes materiais estarem presentes no processo de compostagem (PEREIRA, 1985).

Os microrganismos são fundamentais, pois são responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos até a formação de húmus. Em geral os organismos que atuam na compostagem podem ser divididos de acordo com o tamanho em microrganismos, mesorganismos e macrorganismos. Uma das formas de se aumentar a quantidade de organismos para se processar a compostagem mais rapidamente é a adição (inoculação) de esterco de curral (PEIXOTO, 1988).

Os diversos componentes da matéria orgânica apresentam diferenças quanto à suscetibilidade à degradação, sendo que componentes como açúcares e proteínas são rapidamente degradados, enquanto, que outros, como celulose e lignina necessitam de períodos longos para que os microrganismos consigam degradá-los (ALVES, 1996).

O metabolismo dos microrganismos é exotérmico; na fermentação aeróbica, principalmente, desenvolve-se um natural e rápido aquecimento da massa com a multiplicação da população microbiana. De maneira geral, certos grupos de organismos têm uma faixa de temperatura ótima de desenvolvimento. É tão importante a manutenção da temperatura ótima para microrganismos, que uma variação para mais ou para menos, provoca uma redução da população e da atividade metabólica (KIEHL, 1985).

1.2.7 Tamanho das Partículas

Os resíduos a serem compostados não devem ser em partículas muito pequenas para evitar a compactação durante o processo de compostagem, comprometendo a aeração. O tamanho ideal das partículas deve variar de 1 a 5 cm, sendo, normalmente, necessário picar-se ou triturar-se o resíduo existente. Esse padrão possibilita um equilíbrio adequado entre aeração e área superficial das partículas expostas à ação microbiana, favorecendo também as condições de umidade e o manuseio da pilha. As pilhas devem ser preparadas diretamente no solo e constituídas por camadas de restos vegetais, intercaladas com camadas de esterco, numa proporção de 3:1 (PEIXOTO, 1988).

2 Resíduo da Atividade Fumageira

A indústria fumageira é um exemplo de atividade geradora de resíduos orgânicos com os quais a compostagem pode ser utilizada. O fumo, (*Nicotiana tabacum* L.) conhecido também como tabaco, é uma planta a qual contém uma substância chamada nicotina. Planta herbácea anual da família das solanáceas à qual também pertencem o tomate, a batata, a berinjela e o pimentão.

O gênero *Nicotiana* abrange cerca de sessenta espécies, mas a *Nicotiana tabacum*, é a que se cultiva com fins industriais. A espécie *Nicotiana tabacum* apresenta sistema radicular pivotante, com abundantes raízes secundárias. O caule, de um a três metros de altura, é herbáceo ou semi-lenhoso. As flores são de cor rosa e as sementes marrom, as quais são minúsculas e a cápsula que as encerra contém cerca de 3.000 unidades (SHEW e LUCAS, 1991).

As folhas, grandes, elípticas, acuminadas e sésseis, têm o limbo recoberto de pêlos e de exsudatos característicos. As folhas são distribuídas de forma espiralada ao longo do caule. Medem entre quarenta e setenta centímetros, podendo, de acordo com a variedade e com a fertilidade do solo, chegar a um metro de comprimento (DAVIS e NIELSEN, 1999). Desde a sementeira até o fim de seu ciclo, o fumo está sujeito ao ataque de inúmeras pragas e doenças, como por exemplo, nematóides, pulgões, lagartas, fungos, bactérias e vírus. Para o controle dos mesmos os produtores de fumo realizam o controle cultural e o químico, com a utilização de agrotóxicos (COLAÇO, 1993).

A cultura do fumo possui destaque socioeconômico no recôncavo baiano, havendo várias indústrias fumageiras na região. Essa atividade gera como subproduto, quantidade significativa de resíduos (talos, folhas novas, flores e raízes) ao final do ciclo da cultura, em virtude de apenas parte das folhas serem aproveitadas para comercialização. Dessa forma, obtém-se grande quantidade de resíduo orgânico potencialmente compostável. Assim, a compostagem representa uma alternativa para solucionar a disposição final do subproduto gerado no cultivo de fumo e a possibilidade de utilização do composto orgânico, por exemplo, em projetos de reflorestamento.

3 Produção de Mudanças Arbóreas

Dentre os substratos que podem ser utilizados na produção de mudas de espécies arbóreas, destacam-se o composto orgânico, o esterco bovino, a terra do subsolo e o húmus de minhoca. Normalmente, usa-se como substrato uma mistura de duas partes de terra de subsolo e uma parte de material orgânico para o preenchimento de sacos plásticos (CUNHA, 2006).

A adição de doses de matéria orgânica ao substrato, para a produção de mudas em recipientes é uma técnica bastante utilizada nos sistemas modernos de produção de mudas. Entretanto, sabe-se que, para a obtenção de mudas de boa qualidade, é fundamental a utilização de substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas e forneça os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da planta. Além disso, a qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (LIMA, 2001).

Na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes. Tradicionalmente o esterco bovino é utilizado como fonte orgânica na composição de substratos para viveiros de mudas de plantas hortícolas e de plantas arbóreas. No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de composto orgânico é uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (CUNHA, 2006). Na produção de mudas de essências florestais, o esterco bem curtido é útil em mistura com outros substratos, proporcionando resultados semelhantes ao do composto orgânico, porém inferiores (PAIVA, 2001).

A vantagem do uso de composto orgânico em atividades agroflorestais está atribuída à retenção da umidade do solo em períodos secos, à preservação do solo contra a erosão, melhoramento das propriedades biológicas do solo e ao aumento da permeabilidade (JUNHO *et al.*, 2004). No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de composto orgânico é uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (CUNHA, 2006).

Baseado nas hipóteses de que resíduo da cultura do fumo triturado e inoculado com microsept-pó (coquetel de microrganismos) e rúmen bovino formarão um composto orgânico de boa qualidade em pequeno período de tempo e que a reutilização dos resíduos da cultura do fumo como composto orgânico constituirá

uma alternativa ecológica ao descarte dos mesmos, este estudo teve por objetivo a obtenção de um composto orgânico a partir do resíduo sólido gerado após a colheita do fumo, e sua avaliação como substrato na produção de mudas de espécies arbóreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, R. O Lixo nosso de cada dia. **Jornal do Brasil**, Julho, 1991.

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A., LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1999. 35 p. (Boletim técnico, 3).

ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento de lixo urbano**. Jaboticabal: Funep, 1996. 47 p.

BARRETO, C. X. **Prática em agricultura orgânica**. Editora Ícone Ltda. 2a Ed. 200p. São Paulo, 1986.

BIDLINGMAIER, I. W. Quality-testing of waste sewage sludge composts. **Acta Horticulturae**. 172:99-116. 1985.

BURMER, C. Reclamation of forest soils with excavator tillage and organic amendments. **Forest Ecology and Management**, v. 133, n. 1-2, p. 157-163, 2000.

COLAÇO, J. D. L. **Manual técnico fumo Brasil Bahia**. Cruz das Almas: CAMPEX, 1993.

CUNHA, A. de M. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acácia sp.* **Revista Árvore**. Viçosa. v 30, n. 2. 2006. p. 172

D'ALMEIDA, M. L. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

DAVIS, D. L.; NIELSEN, M. T. **Tobacco: production, chemistry and technology**. Cambridge: University Press, 1999. 225 p.

EGREJA FILHO, F. B. **Avaliação da Ocorrência e Distribuição Química de Metais Pesados na Compostagem do Lixo domiciliar Urbano**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais - Brasil, 1993. 342 p.

GOMES, W. R. da; PACHECO, E. **Composto orgânico**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 11p. (Boletim Técnico, 11). 1988.

JIMENEZ, I. E.; GARCIA, V. P. **Evaluation of city refuses compost maturity: A review biological wastes**. 27: 115-142. 1989.

JUNHO, A. P.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental: Manole**, São Paulo, 2004. 386 p.

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

KIEHL E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Editora Agronômica Ceres. Piracicaba, 1998. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ª Ed: 173p.: Piracicaba, 2004.

LIMA, R. de L. S. de. ; FERNANDES, V. L. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; OLIVEIRA, V. H. de. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce ccp-76 submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 391-395, agosto, 2001.

LYNCH, J. M. **Biotecnologia do solo**. São Paulo: Manole, 1986. 209p.

PAIVA, H. N. de. **Produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 130p.: il.

PEREIRA NETO, J. T. Conceitos modernos de compostagem. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro. v. 5, n.2, p.17-21, 1985.

PEREIRA, E. B. **Produção de composto orgânico**. Vitória: EMCAPA, 15p. (EMCAPA. Circular Técnica, 9). 1989.

PEIXOTO, R. T. dos G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina, 1988. 49p. ilustr.

PROGAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro, 1999. 84p.

RAIJ, B. v. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas, Instituto Agronômico Fundação IAC 1996.

RINK, R. Composting methods, in: RINK, R. **On farm composting handbook**. It haca, Northeast Regional Agriculture Engineering Servic/Coopeative Extension, 1992.

SHEW, H. D.; LUCAS, G. B. **Compendium of tabaco diseases**. Minesota USA: 1991.

TAGLIARI, P. S. Produção agroecológica: uma ótima alternativa para agricultura familiar. **Agropecuária Catarinense**, 10 (1): 29-39, Florianópolis, 1997.

TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.5, p.120-123. 2002.

WITTER, E.; LOPEZ, J. M. **Monitoring the composting process using parameters of compost stability**. In: Compost: Quality and Use. M de Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite, F. Zucconi eds. London, pp.351-358, 1987.

CAPÍTULO 1

MANEJO RACIONAL DE RESÍDUO DA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA OBTENÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental AGRIAMBI

MANEJO RACIONAL DE RESÍDUO DA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA OBTENÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO

RESUMO. Os resíduos vegetais podem ser utilizados na produção de adubo orgânico por meio da compostagem. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois inoculantes sobre a velocidade de decomposição do resíduo da cultura do fumo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, sendo o resíduo picado em picadeira e misturado aos inoculantes em betoneira. Foram avaliados os tratamentos: TF+EB+RB - talo de fumo (85%), esterco bovino (15%) e rúmen bovino (0,26%); TF+EB+MP - talo de fumo (85%), esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%) e TF+EB - talo de fumo (85%) e esterco bovino (15%). A temperatura e a umidade das pilhas foram monitoradas semanalmente. As pilhas foram revolvidas a cada 07 dias, inicialmente e a seguir a cada 14 dias até os 60 dias. Aos trinta, sessenta e noventa dias, foi feita a coleta, para análise química, do material em compostagem. Entre vinte e quarenta dias as pilhas mantiveram temperatura entre 57 e 60 °C. A mistura contendo rúmen bovino (RB) apresentou a menor temperatura após 40 dias. Ao final da compostagem a mistura contendo microsept-pó (MP) foi a que apresentou menor umidade. A relação C/N, do composto obtido, ficou entre 10/1 e 11/1. Os três tratamentos apresentaram pH fracamente alcalino na fase de cura. Pode-se considerar que 60 dias de compostagem são suficientes para a obtenção de um composto estabilizado a partir da mistura resíduo de fumo + esterco, com ou sem a adição de inoculantes.

Palavras-chave: resíduo agrícola, inoculantes, compostagem

RATIONAL HANDLING OF TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.) CULTIVATION WASTE TO OBTAIN OF ORGANIC COMPOST

ABSTRACT. The vegetable wastes can be used to produce composted organic fertilizer. The aim of this study was to evaluate the effect of two inoculums over the decomposition speed of the tobacco cultivation waste. The experiment was carried out in a totally randomized design, with six repetitions, being the waste chopped in a chopping machine, and mixed to the inoculums in a concrete truck mixer. The evaluated treatments were: The treatments evaluated were: TF+EB+RB - tobacco stem (85%), bovine manure (15%) and bovine rumen (0,26%); TF+EB+MP - tobacco stem (85%), bovine manure (15%) and Microsept-Dust (0,13%) and TF+EB - tobacco stem (85%) e bovine manure(15%). The temperature and humidity of the piles were weekly monitored. The piles were initially dug every seven days, and then every fourteen days till closing 60 days. From the twenty to forty days the piles temperature was around 57 to 60 °C. The mix containing cattle rumen (RB) presented the lowest temperature after forty days. At the end of the composting the mix containing Microsept-Dust (MP) was the one which presented the lowest humidity average. On the thirtieth, sixtieth and ninetieth day material was collected to perform a chemical analysis of the composted material. The C/N relation of the composts obtained was around 10/1 and 11/1. The three treatments presented PH close to the neutrality in the mature stage. The period of sixty days can be considered as enough to obtain biocompost of tobacco waste using manure or without the presence of inoculums.

Key-words: agriculture waste, inoculums, composting

INTRODUÇÃO

Nos últimos 15 anos, muita atenção passou a ser dada à necessidade do desenvolvimento tecnológico com vistas à disposição dos resíduos agropecuários, agroindustriais, industriais e domésticos, de forma a causar o mínimo impacto sobre o meio. Apesar de ser bem antiga, o crescente interesse pela técnica da compostagem ressurgiu nas últimas décadas devido à necessidade do desenvolvimento de tecnologias de baixo custo para o tratamento de resíduo orgânico (IMBEAH, 1998).

De maneira geral, todos os restos orgânicos vegetais encontrados poluindo o meio ambiente nas propriedades agrícolas podem ser utilizados na fabricação de composto orgânico (TEIXEIRA, 2002). A compostagem é um processo de decomposição aeróbia, no qual a matéria orgânica se transforma, sob ação de microrganismos, em um adubo estável e rico em nutrientes, viabilizando a destinação adequada para os resíduos orgânicos (SANTOS, 2002).

Com essa perspectiva, a compostagem constitui uma solução bastante apropriada, por permitir a redução de custos e por produzir um composto orgânico. A reciclagem de resíduos agrícolas por meio da compostagem além de auxiliar na redução de impacto ambiental ainda promove a geração de insumos orgânicos para a agricultura, o que é um dos aspectos mais importantes envolvidos no sistema de produção (BARDOS, *et al.*, 1992). O composto orgânico é um material húmico que pode ser aplicado no solo, principalmente nos arenosos pobres em húmus, melhorando suas propriedades físicas químicas e biológicas (GROSSI, 1993).

Os materiais de origem animal e vegetal, utilizados no preparo de composto orgânico podem ser os mais variados como o esterco e rúmen bovino, a palha de cereais e de leguminosas, os resíduos de culturas, as folhagens, as gramíneas e outros detritos vegetais que não tenham melhor aproveitamento (PAIVA, 2001). O uso de esterco de animais ricos em microrganismos acelera a decomposição dos restos vegetais e enriquecem o produto final (RAIJ, 1996).

A utilização de resíduos de origem vegetal ou animal para enriquecimento do composto possibilita também retenção dos nutrientes minerais pelas substâncias húmicas e sua liberação gradativa às plantas, o que pode levar à diminuição dos parcelamentos da adubação e, conseqüentemente, redução dos custos com mão-de-obra (ARANGO e GONZÁLES, 1999). Atualmente a compostagem é uma prática

difundida e o efeito benéfico do composto orgânico no beneficiamento de solos e no desenvolvimento vegetal é bastante conhecido (DIAS E VAZ, 1996). De acordo com Singh e Sharma (2002), a adição de microrganismo favorece a decomposição inicial dos resíduos orgânicos, o que reduz o tempo da compostagem. Assim, o esterco bovino pode funcionar como fonte de microrganismos e promover redução do tempo da maturação do composto.

O processo torna-se bastante acelerado se houver inoculação, nas diversas camadas dos materiais orgânicos, com produtos contendo bactérias, como por exemplo, esterco e estrume líquido (LOUREIRO, 2008). Segundo Kiehl (2004), é importante que se adicione à pilha de compostagem materiais ricos em nitrogênio, como resíduo de matadouro, esterco animal, tortas oleaginosas e outros resíduos que entrem em decomposição fácil e prontamente.

O fumo é uma cultura de importância econômica social no recôncavo baiano. Todavia, a produção de folhas para fabricação de charuto pode gerar em torno de 75% de resíduo, em relação à biomassa total cultivada. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes inoculantes, como rúmen bovino e microsept-pó (coquetel de microrganismos) sobre a decomposição do resíduo da cultura do fumo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Capivari, de propriedade da empresa Danco, localizada no município de Governador Mangabeira Bahia, a uma altitude de 225 m e coordenadas de 12° 48' 38" de latitude e 39° 05' 17" de longitude. O Solo da região é classificado como Latossolo Amarelo álico, textura franco-argilo-arenosa, apresentando horizontes sub-superficiais coesos e relevo plano. A vegetação típica do local é a floresta estacional semidecidual. Possui clima úmido a subúmido e pluviosidade média anual de 1.141,1 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos e a temperatura média anual de 23,8°C (EMBRAPA, 2007).

O experimento foi instalado em galpão com tamanho de 10 x 20 metros construído com madeira de eucalipto e coberto com lona plástica preta mantendo-se as laterais livres para ventilação e conduzido entre dezembro de 2007 e março de 2008. As sobras culturais formadas por folhas novas, flores e talos, foram picados

em picadeira elétrica de forragem tamanho médio da marca Nogueira motor KW (CV) 7,5 e 220 volts, sendo reduzidos a pedaços com tamanho entre 2 e 5 cm. Em seguida o material picado foi misturado em betoneira para compor as seguintes misturas em volume: TF+EB+RB - talo picado (85%) + esterco bovino (15%) + rúmen bovino (0,26%); TF+EB+MP- talo picado (85%) + esterco bovino (15%) + microsept-pó (0,13%); TF+EB- talo picado (85%) + esterco bovino (15%) que foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. As características dos materiais utilizados na compostagem para formação de cada pilha estão descritas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Caracterização dos materiais e quantidade utilizada para cada pilha de compostagem

Materiais	pH	Umidade	Quantidade por pilha
Biomassa Talos de Fumo (TF) ¹	7,4	79,4% mm	1.275 litros
Esterco Bovino (EB)	7,0	50% mm	225 litros
Inoculante Rúmen (RB)	7,2	80% mm	4 litros dissolvidos em 20 litros de água
Microsept-Pó (MP)	6,0	40% mm	2 kg dissolvidos em 20 litros de água

¹Talos, folhas novas e flores

Após a mistura, o material foi disposto em pilhas de formato cônico, com volume de 1,5m³. O rúmen bovino fresco foi obtido no abatedouro Frisaj e o microsept-pó adquirido da empresa Bioclean do Brasil. Para evitar perda rápida de umidade as pilhas foram cobertas com as raízes previamente separadas dos talos. Para fins de avaliação a temperatura das pilhas foi medida semanalmente no topo, no centro e na base com termômetro digital até aos 77 dias após o início da compostagem, obtendo-se a média dos três pontos.

Para o controle da umidade das pilhas foi efetuada, semanalmente, a coleta de amostras e secagem em estufa de ventilação forçada (a 65°C) e pesagem em balança semi-analítica (0,001g) utilizando o método adaptado de Kiehl de (1985). Para manter a umidade das pilhas, estas foram irrigadas manualmente, com regador, durante o reviramento, sendo adicionados 24 litros de água no primeiro mês, 16 litros no segundo e 8 litros no terceiro. O reviramento das pilhas foi realizado a cada 07 dias inicialmente e a seguir a cada 14 dias até os 60 dias,

procurando-se misturar as camadas externas (mais secas) com as internas (mais úmidas) no sentido de oxigenar o material e favorecer a atuação dos microrganismos decompositores. Para caracterização química foi analisada relação C/N no material recém picado e aos trinta, sessenta, noventa e cento e vinte dias, no material em compostagem.

A determinação do pH foi feita em amostras no material picado e em amostra média aos trinta, sessenta e noventa dias de compostagem. Para obtenção do teor de Nitrogênio presente em cada amostra, pesou-se 0,1g do composto seco (65°C) e as análises químicas foram realizadas nos extratos obtidos por digestão sulfúrica, pelo método do azul-de-salicílico (ROCHA *et al.*, 1989). O carbono foi obtido por oxidação com dicromato de potássio (via úmida) e titulação com sulfato ferroso amoniacal (OKALEBO *et al.*, 1999).

A determinação da capacidade de retenção de água do composto final em amostra média foi feita por saturação em água seguida de secagem em estufa, adaptando-se o método descrito por Kiehl (1985). Para os dados obtidos, foi feita a análise de variância e regressão, e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da temperatura dos tratamentos durante o processo de compostagem ocorreu da forma descrita por Pereira Neto (1996) e Kiehl (2002). A temperatura das misturas no momento da montagem do experimento foi de 32°C. As pilhas de compostagem, de forma similar nos três tratamentos, atingiram temperatura média entre 68 e 70°C nos primeiros sete dias (Figura1). Entre vinte e quarenta dias as pilhas mantiveram temperatura média entre 57 e 60°C e a partir desse tempo de compostagem, a temperatura foi decaindo até aos 70 dias.

A partir dos 70 dias de compostagem, houve diminuição da temperatura em todos os tratamentos atingindo a temperatura ambiente de 32°C, mantendo-se assim até o final do processo. Com base em outros trabalhos realizados, essa diminuição de temperatura, com o aumento do tempo de compostagem era de se esperar. O Tratamento onde se utilizou rúmen bovino (RB) como inoculante apresentou estatisticamente menor temperatura após os 40 dias, (Figura 1) quando comparado

com os demais, indicando ter sido o primeiro a atingir o processo de estabilização. Esse comportamento provavelmente decorre da presença de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium*, que predominam na fauna ruminal e esses possuem capacidade elevada de digestão de carboidratos da parede celular das plantas e degradação da celulose, hemicelulose, lignina, amido, proteína (GOODING, 1982; DEHORITY, 1991). Vários estudos de protozoologia ruminal têm mostrado a presença de atividades hemicelulolítica e celulolítica nos ciliados, especialmente nos grandes *entodiniomorfos*. Jouany e Senaud (1999), observaram aumento significativo da digestibilidade da lignocelulose, de 3 a 10%, devido à presença de ciliados no rúmen.

O tratamento contendo apenas TF+EB foi o que apresentou maior temperatura entre 30 e 60 dias. Segundo Pereira Neto (1996), os valores de temperatura decaem para menores que 40°C, na fase final do processo termofílico, dando início então à fase mesofílica, em geral em uma faixa de 30 a 60 dias. Esse resultado sugere que o processo de compostagem tenha sido mais lento na ausência de inoculante. Foi observado que todos os tratamentos se mantiveram com temperaturas superiores a 50°C entre 07 e 49 dias, indicando que a fase termofílica se estendeu além do período normalmente mencionado pela literatura correlata.

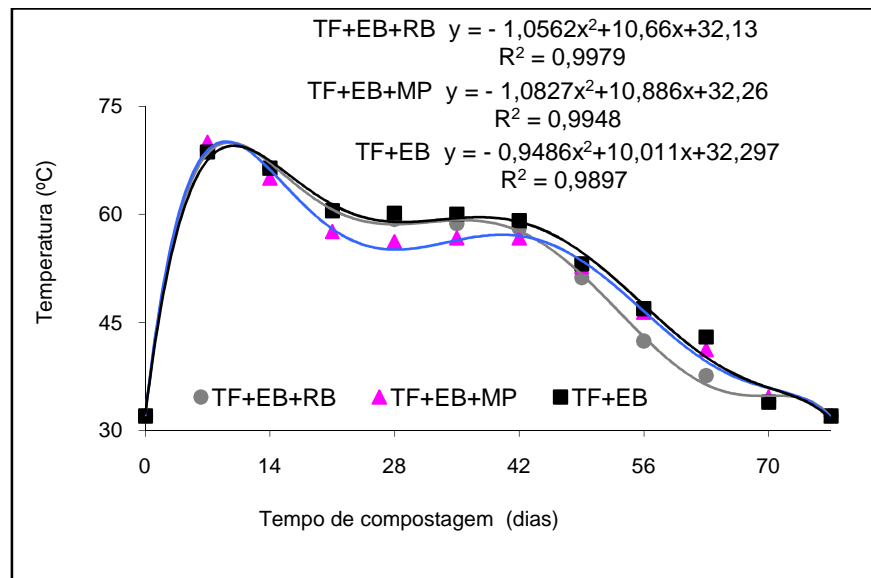


Figura 1. Variação da temperatura dos tratamentos em função do tempo de compostagem

O prolongamento da fase termofílica pode estar relacionado com outros fatores responsáveis pela geração de calor, como os tipos de microrganismos presentes na

biomassa, umidade, tamanho das partículas da matéria prima, intervalo de reviramento (aeração) e a relação C/N da biomassa utilizada. A temperatura tem um efeito sobre a taxa de consumo de oxigênio pelos microrganismos, tendo sido constatado que o valor ótimo ronda os 50 a 55°C (FINSTEIN, 1988). Outros estudos realizados por Waskman (1995), sugerem valores entre 45 e 70°C como ótimos. Morel *et al.*, (1992), afirma que o intervalo de temperaturas entre 45 e 59°C é o que mais favorece a decomposição da matéria orgânica.

A umidade das misturas no início do processo que era de cerca de 79% (mm), decresceu nos dias seguintes para valores entre 55 e 60% (mm), sendo mantida nessa faixa até os 90 dias (Figura 2). O Tratamento TF+EB+RB foi o que apresentou estatisticamente menor oscilação nos valores de umidade durante o processo, em relação aos demais (Figura 2).

Ao final do tempo de compostagem a mistura contendo o inoculante microsept-pó (MP) foi a que apresentou menores valores de umidade, o que está relacionado com a menor capacidade de retenção de água. O teor de umidade é um dos parâmetros que deve ser monitorado durante a compostagem para que o processo se desenvolva satisfatoriamente (PROSAB, 1999).

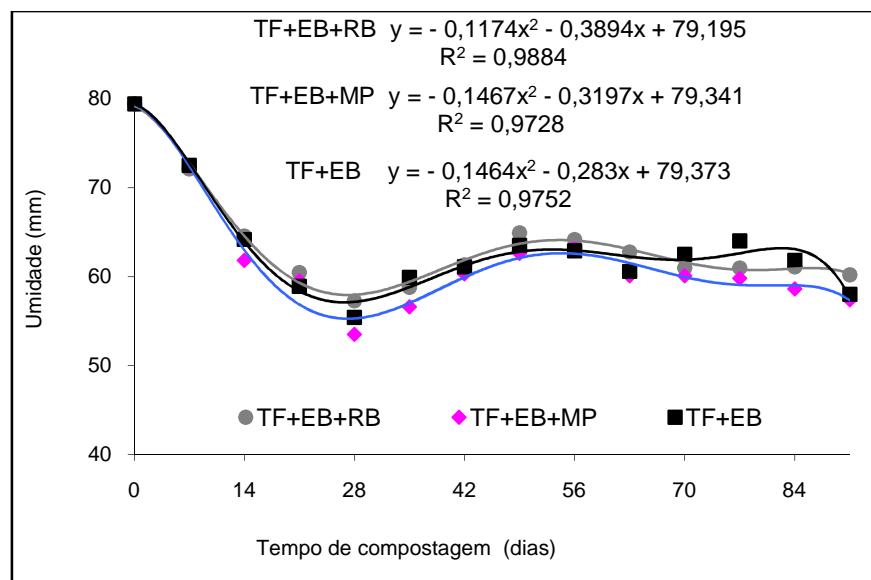


Figura 2. Variação no teor de umidade dos tratamentos durante a compostagem

Os dados mostram que a umidade foi mantida dentro dos padrões estabelecidos pela literatura correlata, esta deve situar-se entre 45% a 65% (FINSTEIN e MILLER, 1989). Desse modo, as condições ideais de umidade

possibilitaram a expressão do efeito dos tratamentos, visto que esse é um dos fatores mais limitantes ao processo. A tabela 2 mostra os valores da concentração de carbono e nitrogênio na matéria prima (TF), no início, durante e no final da compostagem.

Em análises realizadas por outros pesquisadores com resíduos de fumo seco a 110°C foram encontrados resultados semelhantes no teor de carbono (39,06) e na relação C/N (18/1). A maior perda de C foi registrada no tratamento TF+EB+MP. É possível que a presença do inoculante microsept-pó, tenha contribuído para elevar o pH, o que pode possibilitar maiores perdas de C como consequência da maior atividade microbiana no ambiente (YENGAR e BHAVE, 2005).

Tabela 2. Teor de C, N e relação C/N da matéria prima e do composto orgânico, no início, durante e no final da compostagem

Tratamentos	Época de Avaliação (Dias)				
	0	30	60	90	120
TF					
C	37,8				
N	1,70				
C/N	22/1				
TF+EB+RB					
C	27,0 b	21,2 c	19,5 a	16,2 a	14,4 a
N	1,10 a	1,10 b	1,60 a	1,60 a	1,40 a
C/N	24/1	19/1	12/1	10/1	10/1
TF+EB+MP					
C	30,6 a	23,3 b	18,8 a	15,6 a	12,6 a
N	1,10 a	1,10 b	1,10 c	1,20 b	1,30 b
C/N	28/1	21/1	17/1	13/1	10/1
TF+EB					
C	29,1 a b	26,0 a	18,0 a	16,5 a	14,5 a
N	1,10 a	1,40 a	1,40 b	1,50 a	1,30 b
C/N	26/1	18/1	12/1	11/1	11/1

Médias nas linhas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e nitrogênio para síntese de proteína, sendo por essa razão que a relação C/N é considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. Independentemente da relação C/N inicial, no final da compostagem esta converge para valor entre 10 e 20, devido perdas maiores de carbono que de nitrogênio, no desenvolvimento do processo (PROSA, 1999). Contudo pela lei de Nº. 4.954 de 14

de Janeiro de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a relação C/N no composto orgânico comercial nunca deve ser superior a 18/1. É um dos fatores que deve ser observado no sentido de que, no início da decomposição, a média dos materiais misturados na pilha esteja dentro da faixa que vai de 25:1 a 35:1 (RYNK, 1992).

O índice de maturidade do composto produzido, dado pela relação C/N, ficou entre 10 e 11 no final do processo de compostagem, indicando que o composto encontrava-se totalmente estável após 120 dias de compostagem Tabela 2. Segundo diversos autores, uma relação C/N abaixo de 15/1 expressa boa estabilidade do composto (CHANYASAK e KUBOTA 1991; HORTENSTINE e ROTHWELL, 1993;).

De acordo com Iglesias Jimenez e Perez Garcia (1992a e 1992b), uma relação abaixo de 12/1 indica alto grau de maturidade do composto. Basicamente a C/N é utilizada como bom indicador da estabilidade biológica do composto, definindo a qualidade do produto resultante da compostagem de resíduos (MOREL, *et al.*, 1992). Tendo em vista que o composto obtido pelas três misturas já apresentava relação C/N menor que 18/1 aos 60 dias após o início da compostagem, pode-se considerar esse tempo como suficiente para obtenção de um composto estável, não havendo necessidade de reviramento a partir desse momento.

O valor do pH obtido (Figura 3) na biomassa, no início da compostagem, foi de 7,4 nos três tratamentos, permanecendo alcalino durante todo processo. Os tratamentos TF+EB+RB e TF+EB+MP aos 90 dias, quando o composto já estava em fase de cura, apresentaram pH próximo ao valor inicial, enquanto o tratamento apenas com esterco bovino manteve-se com pH acima desse valor. De modo geral os valores de pH na faixa alcalina estão dentro do esperado para composto orgânico (VILLAS-BOAS *et al.*, 1999 e TEJADA *et al.*, 2001).

Um conjunto de fatores contribui para alterações do pH ao longo do processo de compostagem. Pois ocorre formação de ácidos solúveis no início da compostagem, os quais são convertidos a dióxido de carbono pela ação microbiana (YENGAR e BHAVE, 2005). Segundo Moreira e Siqueira (2002), elevação da acidez nos tratamentos até aos trinta dias do processo de compostagem pode ser consequência do processo de nitrificação. À medida que este processo se desenvolve, o pH do composto se eleva devido à maior concentração de humatos de cálcio e sódio que contribuem indiretamente para obtenção de um material mais

alcalino (KIEHL, 2002). Essa característica é bastante desejável quando se pensa no uso agrícola de composto orgânico, pois esse situa na regulação do pH do solo e na redução do Al^{+3} .

Os resultados obtidos mostraram que a temperatura pode ter exercido alguma influência no valor do pH para o tratamento TF+EB que permaneceu com temperaturas maiores na fase termofílica, ao contrário do que foi citado por Kiehl (1985) e Pereira Neto (1996). O efeito da temperatura sobre o aumento do pH pode ser explicado pela formação de substâncias alcalinas e consequentemente redução de cátions hidrogênio no meio durante o processo de compostagem.

Rameh (2001), discute que a temperatura no processo da compostagem se eleva na fase termofílica ultrapassando os 45 °C (50 a 70 °C), pela degradação da matéria orgânica efetuada pelos microrganismos aerobiontes termofílicos, e consequentemente o pH da massa também se eleva para valores em torno de 8, 5. Contudo, o composto orgânico produzido atende às exigências da legislação (Lei de Nº. 4.954 de 14 de Janeiro de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) pertinente a composto, em relação ao pH e a relação C/N, cujos valores estão dentro dos padrões estabelecidos.

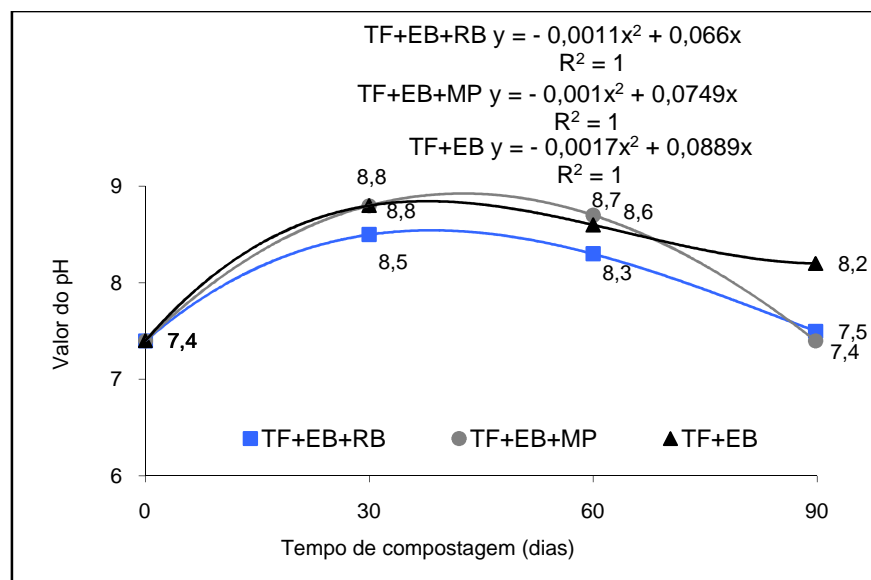


Figura 3. Valores do pH dos três tratamentos durante a compostagem

Em relação à capacidade de retenção de água, o composto obtido apresentou em média 250% do seu próprio peso em água, o que representa metade do que seria retido pelo húmus puro, conferindo excelentes características para uso

agrícola. Um composto orgânico bem humificado pode, reter uma quantidade de água igual a 150% ao seu próprio peso. O húmus puro, isolado da matéria orgânica, chega a reter 500% do seu próprio peso em água (KIEHL, 1985).

O composto TF+EB+RB e TF+EB apresentou maior capacidade de retenção de água, embora as médias não tenham sido excessivamente discrepantes (Figura 4). À medida que a matéria orgânica se humifica, micelas coloidais se formam, elevando a capacidade de retenção de água. O composto orgânico humificado é um material rico em colóides, podendo apresentar de 300 a 400% de capacidade de retenção de água (KIEHL, 1998). Para Stevenson (1982), a capacidade de retenção de água de composto orgânico humificado pode atingir 20 vezes o seu peso seco.

O composto TF+EB+MP apresentou menor capacidade de retenção de água. Supõe-se que a menor retenção esteja relacionada ao teor de C contido nesse composto. Por outro lado à medida que se reduz o tamanho das partículas de uma matéria prima pela compostagem, seus micrósoros aumentam e, conseqüentemente, sua capacidade de reter água.

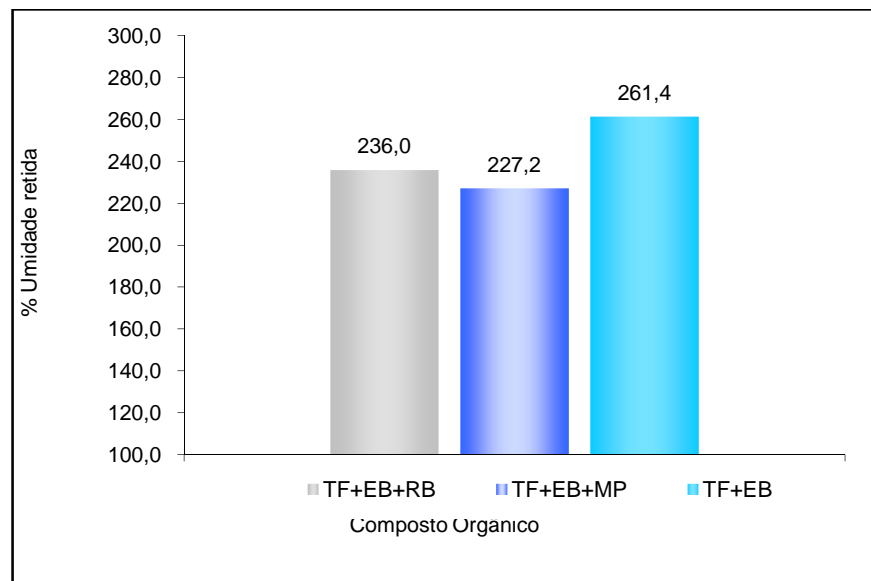


Figura 4. Capacidade de retenção de água do composto obtido aos 120 dias

CONCLUSÕES

1. É possível obter um composto orgânico de boa qualidade a partir da mistura de talos de fumo e esterco bovino ou com adição de rúmen e microsept-pó como inoculante.

2. Pode-se considerar 60 dias de compostagem como tempo suficiente para a obtenção de composto orgânico de resíduo de fumo devidamente picado com ou sem presença de inoculante.

3. A utilização do esterco e rúmen bovino favoreceu o processo de compostagem do resíduo da cultura do fumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANGO, G.; GONZÁLEZ, H. Cambios químicos durante la compostación de residuos de cosecha. **Revista Suelos Ecuatoriales**, v. 29, n. 1, p. 25-31, 1999.

CHANYASAK, V.; KUBOTA, H. Carbon/organic nitrogen ratio in water extracts as measure of compost degradation. **Journal of Fermentation Technology**, v. 59, n. 3, p. 215-219, 1991.

BARDOS, R. P.; HADLEY, P.; KENDLE, A. **Compost standards without tears - some ideas from the U.K.** In Composting and compost quality assurance criteria, pp. 294-330. D. V. Jackson, J.M. Merillot & P. L'Hermite eds. Comission of the European Communities, Brussels. 1992.

DIAS, F. S. M; VAZ, L. M. S. Compostagem aeróbica: tratamento dado ao lixo gerado no campus da universidade estadual de Feira de Santana, Bahia, **ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 1996.

DEHORITY, B. A. Ciliate protozoa in the rumen of Brazilian water buffalo, *Bubalus Bubalis* Linnaes. **Journal Protozoology**, 26 (4):536-544. 1991.

EMBRAPA. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia. 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FINSTEIN, M. S. and MILLER, F. C. **Principles of composting leading to maximization of decomposition rate, odour control and cost effectiveness**. In Composting of Agricultural and Other Wastes, Ed. Gasser, J. K. R., Elsevier Applied Sc. Pub., London, pp13-26, 1989.

FINSTEIN, M. S. **Temperature Implications for Process Design and Control, in Composting**. Theory and Practice for City, Industry and Farm”, Ed. J. G. Press, 1988. pp.150-157.

GOODING, E. G. B. **Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos.**1982

GROSSI, M. G. L. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através de determinações de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas.** São Paulo: USP. 222p. Tese de Doutorado, 1993.

HORTENSTINE, C. C.; ROTHWELL, D. F. Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrients source for sorghum. **Journal of Environmental Quality**, v. 2, pp. 343-345, 1993.

IGLEZIAS JIMENEZ, E.; PEREZ GARCIA, V. Composting of domestic refuse and sewage sludge. II. Evolution of carbon and some "humification" index. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 6, p. 246-257, 1992a.

IGLEZIAS JIMENEZ, E.; PEREZ GARCIA, V. Determination or maturity indices for city refuse composts. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**, v. 38, n. 4, p. 331-343, 1992b.

IMBEAH, M. Composting piggery waste: a review. **Bioresource Technology**, v.63, n.3, p.197-203, 1998.

YENGAR, S. R.; BHAVE, P. P. In vessel composting of household wastes. **Waste Management**, 2005. Disponível em: <www.sciencedirect.com> Acesso em: 8 maio 2008.

JOUANY, J. P.; SENAUD, J. **Role of rumen protozoa in the digestion of food cellulosic materials.** 1989.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 4ª Ed: 173 p.: Piracicaba, 2004.

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

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 3ª Edição do Autor. Piracicaba, 2002. 171 p.

KIEHL E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Editora Agronômica Ceres. Piracicaba, 1998. 492p.

LOUREIRO, D. C. Compostagem e vermicompostagem de resíduos agrícolas com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira. Brasília, v. 42, n. 7. Disponível em: <www. scielo. br> Acesso em: 11 agosto 2008.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p. ill.

MOREL, J. L.; Colin, F.; Germon, J. G.; P. and Juste, C. **Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compos**. In Composting of agricultural and other wastes, p. 56-72. 1992.

OKALEBO, J. R.; CATHUA, K. W.; WOOMER, P. L. **Laboratory methods of soil plant analysis: a woking manual**. Nairob: TSBF/UNESCO – ROSTA, 1999. p. 964-65

PAIVA, H. N. de. **Produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 130p.: ill.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. UFV/SLU/ UNICEF Belo Horizonte, 1996, 56p.

PROGAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro, 1999. 84. p

RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas, Instituto Agrônômico Fundação IAC 1996.

RAMEH, C. A. S. Projeto de uma usina de compostagem. **Engenharia Sanitária**, v.2, p.201-203, 2001.

RINK, R. Composting methods, in: RINK, R. **On-form composting handbook**. It haca, Northeast Regional Agriculture Engineering Servic/Coopeative Extension, 1992.

ROCHA J. C.; GRANER C. A. F.; MAGNANI. R. **Determinação espectrofotométrica de amônio em extratos de carne, com salicilato e hipoclorito, sem prévia neutralização dos digeridos sulfúricos**. UNESP Araraquara, São Paulo, 1989.

SANTOS, A. A. do E.; LIMA, J. S.; CARVALHO, G. C. de. **Técnicas de aplicação de composto orgânico, proveniente de resíduos urbanos domésticos, no desenvolvimento vegetal**. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2002.

SINGH, A.; SHARMA, S. Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting. **Bioresource Technology**, v.85, p.107-115, 2002.

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

TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. v. 5, p.120-123. Brasília, 2002.

TEJADA, M.; DOBAO, M. M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Study of composting of cotton residues. **Bioresource Technology**, v.79, n.1, p.199-202, 2001.

VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; BÜLL, T.; FERNANDES, D. M. Efeito de doses e tipo de composto na produção de alface (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. CD ROM.

WAKSMAN, S. A.; SKINNER, C. E. Microorganisms Concerned in the Decomposition of Cellulose in the Soil. **Journal Protozoology**. vol. 12, pp. 57 - 84. 1995.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO COM RESÍDUO DE FUMO (*Nicotiana tabacum* L.)²

²Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental AGRIAMBI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO COM RESÍDUO DE FUMO (*Nicotiana tabacum* L.)

RESUMO. O aproveitamento de resíduos agroindustriais na forma de composto orgânico, pode resultar em maior sustentabilidade para sistemas agrícolas. Este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade final do composto orgânico, em relação á composição de nutrientes e à presença de substâncias toxicologicamente ativas. Foram avaliadas as combinações de talos de fumo (85%), esterco (15%) e rúmen bovino (0,26%) (TF+EB+RB); talos de fumo (85%), esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%) (TF+EB+MP) e talos de fumo (85%) mais esterco bovino (15%) (TF+EB). Foram realizadas análises de amostras médias de cada composto para determinação da concentração de macro e micronutrientes aos 60 e 120 dias e para verificar a concentração de nicotina e a presença ou não de resíduos agrotóxicos na matéria prima (TF) e no composto obtido aos 120 dias. Os dados obtidos demonstraram alta concentração de potássio (K), nitrogênio (N), cloro (Cl) e ferro (Fe) no composto final em relação aos demais macro e micronutrientes. Não foram detectados resíduos de agrotóxicos na matéria prima (TF) e nem a presença de nicotina no composto nas amostras obtidas aos 120 dias, demonstrando ausência de risco de impacto ambiental no uso agrícola desse composto. No final do processo de compostagem, a mistura contendo apenas esterco bovino, foi a que resultou num composto orgânico com maior concentração em macro e micronutrientes.

Palavras-chave: análises, adubo, potencial nutricional

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE ORGANIC COMPOST PRODUCED WITH OF TOBACCO RESIDUE (*Nicotiana tabacum* L.)

ABSTRACT. The usage of agro-industrial residues in the organic compost form can result in a bigger sustainability to agriculture systems. This work aimed to analyze the final quality of the organic compost, according to their nutrients and the presence of toxically active substances. The combinations evaluated were: chop up tobacco stem (85%), bovine manure (15%) and bovine rumen (0,26%) (TF+EB+RB); tobacco stem (85%), bovine manure (15%) and Microsept Dust (0,13%) (TF+EB+MP) and tobacco stem (85%) e bovine manure (15%) (TF+EB). Analysis of medium samples of each compost were performed to determine the concentration of micro and macro nutrients on the 60 and 120 day and to verify the nicotine concentration an presence or absence of pesticides residues in the raw material (TF) and in the compost obtained in the 120 day. The data collected showed a high concentration of potassium (K), nitrogen (N), chlorine (Cl) and iron (Fe) in the final compost comparing to the other micro and macro nutrients. Neither pesticides in the raw material, nor nicotine in the medium samples of the compost obtained within 120 was detected, demonstrating the absence of environmental impact risks in the agricultural usage of these compost. At the end of the composting process, the mixture containing only bovine manure was the one which resulted in an organic complex with the highest concentration of micro and macro nutrients.

Key words: analysis, fertilizer, nutritional potential

INTRODUÇÃO

O aproveitamento agrícola de resíduos agroindustriais na forma de composto orgânico, pode resultar em maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas, sobretudo devido ao fato de possibilitar a reciclagem de nutrientes no sistema e a redução da contaminação ambiental decorrente da disposição inadequada dos mesmos. O composto orgânico é um produto de cor escura consistência friável rico em húmus, originado da ação fermentativa e digestiva de microrganismos e de pequenos animais, em ambiente aeróbico, sobre matéria morta vegetal.

De acordo com o Manual de Adubação do Estado da Bahia (1989), o adubo orgânico abrange restos vegetais, resíduo de beneficiamento, adubos verdes, resíduos de animais, como esterco e resíduo de frigoríficos. O adubo orgânico possui um conjunto de propriedades e características diferentes dos adubos minerais. Na maior parte, nitrogênio, enxofre e boro são os nutrientes mais importantes (RAIJ, 1991).

A riqueza de um adubo orgânico em nutrientes depende do material de origem e do processo de produção. O adubo orgânico, além de fornecer nutrientes, destaca-se por um papel muito importante que é o fornecimento de matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo. Nesse caso, o efeito é o de condicionador do solo, considerando a matéria orgânica como um fator que melhora os atributos físicos do solo (RAIJ, 1991).

Dada à característica do composto orgânico de reter nutrientes e liberá-los para a solução do solo à medida da sua decomposição, o mesmo pode contribuir com a diminuição no número de parcelamentos da adubação mineral reduzindo os gastos com mão-de-obra e garantindo melhor eficiência da adubação.

Os adubos orgânicos, principalmente o esterco, são amplamente utilizados nas propriedades agrícolas familiares da região semi-árida, mas são reduzidas as informações sobre a eficiência das práticas usuais de manejo desses adubos. Além disso, cada vez mais se tem difundido o uso de composto orgânico e, em menor escala, os adubos verdes, mas são quase inexistentes as informações científicas sobre o uso e manejo dos diversos tipos de adubos orgânicos (MARIN *et al.*, 2007; MENEZES & SALCEDO, 2007).

A prática de adubação orgânica anual em solos intemperizados de ecossistemas tropicais tem contribuído pouco com o aumento do estoque de

carbono orgânico no solo. Contudo, solos constituídos por argilominerais 2:1, como os do nordeste brasileiro, apresentam capacidade de reter o carbono aplicado na forma de adubo orgânico, sendo considerados como sumidouros deste elemento (MALAVOLTA, 1980).

Os elementos essenciais às plantas são divididos em dois grandes grupos, dependendo das quantidades exigidas pelas plantas. Macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn. A legislação brasileira de fertilizantes e corretivos subdivide os macronutrientes em duas categorias: macronutrientes primários N, P, K e macronutrientes secundários Ca, Mg e S. Em nutrição de plantas os teores de macronutrientes são em geral dados como % da forma elementar, algumas vezes, dependendo da finalidade, aparecem como equivalente mg. A concentração dos micronutrientes é usualmente fornecida em parte por milhão (ppm) a exemplo da liberação dada em mg/kg (MALAVOLTA, 1980).

A utilização de resíduos agroindustriais na forma de composto orgânico pode favorecer as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ALCARDE *et al.*, 1989; ROS *et al.*, 2001; BRESON *et al.*, 2001), pois pode disponibilizar elementos necessários à nutrição da planta (KIEHL, 1985). Não obstante, o aumento da CTC dos solos tropicais decorrente da adubação orgânica constitui um importante mecanismo de melhoria da fertilidade desses solos, além de favorecer a ciclagem microbiana de nutrientes (SANCHEZ, 1997).

Os resíduos gerados nas atividades agroindustriais sejam eles sólidos ou líquidos geralmente possuem grande potencial agrícola, por serem ricos em matéria orgânica e nutrientes utilizados pelas plantas e microrganismos do solo. A utilização de composto orgânico na atividade agrônômica depende principalmente da qualidade do composto, especialmente do conteúdo em matéria orgânica, maturidade do composto, concentração em nutrientes e na presença ou ausência de substâncias potencialmente perigosas e indesejáveis ao ambiente agrário (ZUCCONI *et al.*, 1991; BERTOLDI, 1992). Este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade final do composto orgânico produzido, em relação à composição em nutrientes e à presença de substâncias toxicologicamente ativas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para avaliação da qualidade nutricional do composto orgânico produzido com resíduo da cultura do fumo, foi conduzido, na Fazenda Capivari, de propriedade da empresa Danco, localizada no município de Governador Mangabeira Bahia, de dezembro de 2007 a março de 2008.

As amostras para caracterização química foram obtidas a partir de seis pilhas de cada composto, compondo uma amostra média de cada tratamento. Foram avaliadas as combinações de talos de fumo (85%), esterco (15%) e rúmen bovino (0,26%) (TF+EB+RB); talos de fumo (85%), esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%) (TF+EB+MP) e talos de fumo (85%) mais esterco bovino (15%) (TF+EB).

Para caracterização da matéria prima (talo de fumo + folhas novas + flores) foram coletadas amostras recém picadas. Tanto as amostras de TF picado como as dos diferentes tratamentos, foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas e posteriormente trituradas em moinho de facas tipo Wiley com peneira de malha 1 mm. As amostragens do composto foram realizadas no início do processo, após a montagem das pilhas e aos 60 e 120 dias de compostagem.

Cerca de 50 gramas de amostras trituradas de cada tratamento foi encaminhada ao Laboratório Unithal, em Campinas São Paulo, para determinação da concentração de macro (N, P, K, Ca, Mg, e S) e micronutrientes (Fe, Cl, Cu, Mn, Zn, B, e Mo) sendo a concentração de N determinada pelo método de Kjeldahl, a de fósforo por colorimetria e a de Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica. A determinação de K foi realizada por fotometria de chama (SILVA, 1999).

Foram também realizadas análises, no Laboratório da Universidade de Santa Cruz (UNISC), no Rio Grande Sul, para determinar a concentração de nicotina, por espectrometria na matéria prima (TF) e no composto obtido aos 120 dias. Para verificar a existência ou não de resíduos defensivos agrícolas utilizados na cultura do fumo para controle de pragas e doenças, na matéria prima, foi enviada amostra ao Laboratório da Bioensaios, do Rio Grande Sul, sendo feita uma análise de varredura, para detecção dos princípios ativos presentes em agrotóxicos, cujas determinações foram feitas por cromatografia gasosa e cromatografia líquida, acopladas a espectrômetro de massa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de Macro e Micronutrientes

Na matéria prima o potássio (K) foi o elemento que mais se destacou entre os macronutrientes, seguido pelo nitrogênio (N). Em relação aos micronutrientes também na matéria prima, o cloro, (Cl) seguido pelo ferro (Fe) foram os que apresentaram maiores concentrações (Tabela 1). Os resultados encontrados em concentração de macronutrientes nas amostras médias obtidas durante o processo de compostagem (60 dias) e do composto final (120 dias), apresentaram pequena diferença em relação às concentrações encontradas na matéria prima.

Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes na matéria prima (TF) seca a 65°C

Macronutrientes	%	Micronutrientes	(mg/kg)
N	1,79	Fe	1450,0
P	0,15	Cl	8000,0
K	2,33	Cu	135,0
Ca	0,40	Mn	45,0
Mg	0,26	Zn	43,0
S	0,24	B	16,8
		Mo	3,0

O potássio e o nitrogênio foram os elementos que apresentaram maior concentração de forma similar ao encontrado na matéria prima. A adição do inoculante esterco bovino, pode ter sido o fator que favoreceu o aumento da concentração desses elementos no composto estabilizado e no composto final.

Comparando o teor de nitrogênio inicial do composto orgânico (Tabela 2), com o teor deste no final da compostagem, observa-se uma pequena redução no composto TF+EB+RB e TF+EB. Isso possivelmente ocorreu pela ação da temperatura durante o processo da compostagem, a qual tem grande influência na volatilização do nitrogênio na forma de amônia (NH₄) e o pH do composto era alcalino e o meio continha bastante umidade (55 a 64%). A elevação de temperatura a níveis próximos ou acima a 70°C, segundo Kiehl (1998), pode promover perdas de

nitrogênio amoniacal; neste sentido, Prochnow *et al.*, (1998), citam também em seu trabalho, que a perda de amônia atingiu valores máximos (84% do total) nas primeiras três semanas, o que coincide com a fase de temperaturas elevadas.

Pagans *et al.*, (2006), associaram as perdas de amônia com o aumento da temperatura na fase termofílica do processo cuja explicação estaria no fato de na fase inicial do processo ocorrer grande degradação de substâncias orgânicas facilmente biodegradáveis, com alto teor de N, causando a liberação do gás de amônia o qual é exponencialmente dependente da temperatura.

Tabela 2. Concentração de macronutrientes do composto estabilizado (60 dias) e no composto final (120 dias)

Tratamentos	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
-----Composto estabilizado (60 dias) -----						
TF+EB+RB	1,90	0,20	2,41	0,82	0,47	0,27
TF+EB+MP	1,60	0,20	2,28	0,78	0,47	0,32
TF + EB	2,05	0,21	2,92	0,81	0,48	0,29
-----Composto final (120 dias) -----						
TF EB+RB	1,64	0,19	2,38	0,73	0,42	0,26
TF+EB+MP	1,67	0,19	2,28	0,80	0,45	0,32
TF+EB	1,85	0,23	2,53	0,84	0,5	0,32

Em análises realizadas por pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Embrapa, 2005), com resíduos de fumo seco a 110 °C foram encontrados resultados semelhantes aos obtidos para a matéria prima, sendo as percentagens de N, P e K iguais a 2, 17, 0, 51 e 2, 78 respectivamente.

Sediyama *et al.*, (2000), em trabalho realizado comparando composto orgânico oriundo de resíduo de *Leucena* com esterco animais quanto aos teores de N, P, K encontrou valores em percentagem também similares; esterco de curral 2, 60; 2, 40; 2, 25; esterco de frango 2,00; 2,00; 1,00 e no composto orgânico curado 1, 59; 0,27; 0, 98. A concentração de micronutrientes em mg/kg tanto durante o processo da compostagem (60 dias) quanto no composto obtido (120 dias) foi mais expressiva para o ferro, seguida pelo cloro total ao contrário dos resultados obtidos na matéria prima (Tabela 3). Segundo Malavolta (1980), o ferro é o micronutriente que se apresenta em maior teor no solo. Nos solos brasileiros o conteúdo total varia entre

22 e 40% em mg/kg. O molibdênio e o cobalto foram os elementos que apresentaram menor concentração durante o processo da compostagem e no composto obtido. Contudo, os resultados mostram que o composto obtido é de boa qualidade, uma vez, que contém todos os macros e micronutrientes em concentrações consideradas ideais para a agricultura (MALAVOLTA 1980).

Tabela 3. Concentração de micronutrientes do composto estabilizado (60 dias) e no composto final (120 dias)

Tratamentos	Micronutrientes (mg/kg)							
	Fe	Cl	Mn	Cu	Zn	B	Mo	Co
-----Composto estabilizado (60 dias)-----								
TF+EB+RB	6500,0	6200,0	210,0	100,0	65,0	20,8	5,0	4,0
TF+EB+MP	7000,0	4500,0	192,0	158,0	170,0	23,1	5,0	3,0
TF+EB	6800,0	4500,0	200,0	127,0	67,0	20,0	4,0	5,0
-----Composto final (120 dias)-----								
TF+EB+RB	7800,0	6200,0	180,0	300,0	87,0	16,8	3,0	5,0
TF+EB+MP	7600,0	5300,0	195,0	350,0	100,0	20,0	4,0	4,0
TF+EB	8000,0	7000,0	230,0	270	100,0	20,0	4,0	5,0

Concentração Residual de Nicotina

É sabido que a folha do fumo contém a molécula orgânica da nicotina ($C_{10}H_{14}N_2$) como princípio ativo, sendo que esta possui efeito antagônico sobre microrganismo e insetos. Segundo Lovatto e Goetze (2004), a nicotina composto orgânico principal alcalóide do tabaco, é utilizada como inseticida na agricultura.

As análises realizadas mostraram que há uma pequena concentração de nicotina na matéria prima (TF) (Tabela 4), mas a mesma não foi detectada em amostras compostas do composto obtido aos 120 dias. Por se tratar de uma molécula orgânica, acredita-se que provavelmente a molécula da nicotina tenha se degradada durante o processo da compostagem.

Tabela 4. Análise química do teor de nicotina no material de origem e no composto obtido aos 120 dias¹

Material	Resultados (g/100g)
Matéria Prima (TF)	0,001
TF+EB+RB	< 0,001
TF+EB+MP	< 0,001
TF+EB	< 0,001

¹Amostras secas a 65 ° C

Essa degradação pode ter sido provocada tanto pelo aumento de temperatura das pilhas, que alcançou valores em torno de 70°C no início do processo e permaneceu entre 50 e 60°C até os 40 dias da compostagem, como também pela ação de microrganismo decompositores, que são bastante ativos até a fase de estabilização. Ruan *et al.*, (2005), afirmam que bactérias *Pseudomonas sp.* strain HF-1 tem forte habilidade para degradar a nicotina podendo ser utilizadas para biorremediação de ambientes contaminados por resíduos de tabaco.

O aumento da temperatura no processo de compostagem até atingir o estado mesofílico, ocorre poucos dias após a montagem da pilha. A seguir, a temperatura sobe até cerca de 60°C dando-se o estágio termofílico no qual a decomposição é máxima e que pode durar mais de 20 dias. A partir desse período a pilha vai diminuindo de tamanho e ficando mais escura, reflexo da decomposição das substâncias orgânicas promovida pela atividade microbiana (WITTER e LOPEZ, 1987).

A temperatura é um fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e a eliminação de patógenos. Sendo um indicativo da ação biológica que reflete a eficiência do processo (PROSAB, 1999). Do ponto de vista aplicado, esse resultado mostra o potencial para uso agrícola desse tipo de composto orgânico, vez que não se espera encontrar qualquer impacto ambiental decorrente da presença de nicotina no composto final.

Presença de Resíduos de Agrotóxicos

No plantio do fumo onde foi coletada a matéria prima para produção do composto orgânico são utilizados os seguintes princípios ativos para o controle de

pragas e doenças: Azoxystrobin (Estrobilurina), Lambdacyhalothrin (Piretróide), Deltamethrin (Piretróide), Acephate (Organofosforado), Tebuconazole (Triazol), Mancozeb (Ditiocarbamato) e Imidacloprid (Neonicotinóide). Desses grupos foram analisados os Organofosforados, os Piretróides e Ditiocarbamatos. Os resultados analíticos, apresentados (Tabela 5) indicaram que não foi detectada a presença desses agrotóxicos na matéria prima (TF) não sendo, portanto, necessário realizar análises no composto obtido aos 120 dias para a presença dessas substâncias. Não foi possível analisar a matéria prima em relação aos demais grupos químicos.

Esse é outro aspecto positivo na obtenção de composto de resíduo de fumo que indica não haver restrições no uso em relação à possibilidade de causar impacto negativo no ambiente. Assim, as análises dos resultados comprovam que o composto de talos de fumo pode ser utilizado para fins agrícolas.

Tabela 5. Resultados obtidos para a análise de detecção de resíduos de agrotóxicos na matéria prima seca a 65°C (Laudo Analítico BQ-24348/08)

Parâmetro	Resultado (mg/kg)	Metodologia	LOQ ^{2,5} (mg/kg)
Dithiocarbamates (CS2)	ND ¹	GC MS ³	0,01
Compostos Organofosforados	ND	LC MS ⁴	0,01
Piretróides	ND	LC MS	0,01

¹ND=Não detectado; ²LOQ=Limite de quantificação; ³GC MS=cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massa; ⁴LC MS=cromatografia líquida acoplada a espectrômetro de massa; ⁵O erro padrão das medidas obtidas nas análises não foi fornecido pelo laboratório.

CONCLUSÕES

1. Ao final do processo de compostagem o tratamento contendo apenas esterco bovino, foi o que resultou em um composto orgânico com maior concentração em macro e micronutrientes.
2. O processo de compostagem foi eficiente em eliminar as moléculas de nicotina presentes no resíduo da cultura do fumo (talo, folhas novas e flores).
3. Os resultados analíticos não indicaram a presença de agrotóxicos na matéria prima (Organofosforados, os Piretróides e Ditiocarbamatos), atestando a qualidade do resíduo para uso na produção de composto orgânico para uso agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. ANDA. Boletim técnico, 335 p. São Paulo, 1989.

BERTOLDI, M. de. Citernesi V and GRISELLI, M. **Microbial Populations in the Compost Process** In: Composting (The Staff of Compost Science and Land Utilization, Eds), The J. G. Press, Emmaus Pam, USA, 1992. 26 pp.

BRESON, L. M.; KOCH, Y.; BISSONNAIS, L. E; BARRIUSO, E.; LECOMTE, V. Soil surface stabilization by municipal waste compost application. **Soil Science Society American of Journal**, v. 65, p. 1804-1811, 2001.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1980. 134 p.

KIEHL E. J. **Fertizantes orgânicos**. Editora Agronômica Ceres. Piracicaba, 1998. 492p.

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

LOVATTO, P. B.; GOETZE, HERMES M. G. C. Efeito de extratos de plantas silvestres da família *solanaceae* sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* variedade. *acephala*). **Ciência Rural** 2004, v. 34, n. 4, pp. 971-978.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DA BAHIA. 2 ed. Salvador, CEPLAC/EMATERBA, EMBRAPA, ÉPABA/NITROFETIL, 1989.

MARIN, A. M. P, MENEZES, R. S. C., SALCEDO, I. H. Productivity of maize intercropped or not with gliricidia amended with two organic fertilizers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42, 669-677. 2007

MENEZES, R. S. C. SALCEDO, I. H. Nitrogen mineralization after application of organic fertilizers to an Entisol cultivated with maize. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 11, 361-367, 2007.

PAGANS, E.; BARRENA, R.; FONT, X.; SÁNCHEZ, A. Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependecy on process temperature. **Chemosphere**, v.62, p.1534-1542, 2006.

PROCHNOW, L. I.; CUNHA, C. F. da.; KIEHL, J. E.; Alcarde, J. C. Controle da volatilização de amônia durante a compostagem, através da adição de superfosfato simples, superfosfato triplo e gesso agrícola com diferentes níveis de acidez residual. In: Fertbio, 1, 1998, Caxambu. **Anais...** Lavras: SBCS, 1998. p 74.

PROGAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro, 1999. 84p.

RAIJ, B. v. **Fertilidade do solo e adubação**. Editora Agronômica Ceres, Piracicaba, 1991.

ROS, M.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T. The use of urban wastes in the control of erosion in semiarid Mediterranean soil. **Soil Use and Management**, v. 17, n. 4, p. 292-293, 2001.

RUAN, A.; MIN, H.; PENG, X.; ZHENG, H. Isolation and characterization of *Pseudomonas* sp. Strain HF-1, capable of degrading nicotine. **Research in Microbiology**. 156. pp 700-7006. 2005

SANCHEZ, P. A. **Changing tropical soil fertility paradigms**: from Brazil to Africa and back. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; SCHAEFFERT, R. E.; FAGERIA, N.; ZUCCONI, F. Forte. M.; BERTOLDI, M. Biological evaluation of compost maturity *Biocycle*, v 22 (4), pp 27 -29. 1997.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M. ¹; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e animais. **Scientia Agrícola**. vol.57 n.1 Piracicaba Jan./Mar. 2000. pp 128-135.

SILVA, Fábio César da. **Manual de análises de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Brasília, 1999. 370 p.

WITTER, E.; LOPEZ, J. M. **Monitoring the composting process using parameters of compost stability**. In: *Compost: Quality and Use*. M de Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite, F. Zucconi eds. London, pp.351-358. 1987.

ZUCCONI, F. F. M.; BERTOLDI, M. Biological evaluation of compost maturity *Biocycle*. v 22 (4), 1991. pp 27-29.

CAPÍTULO 3

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO DA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS ARBÓREAS

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico da Revista *Árvore*

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO DA CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS ARBÓREAS

RESUMO. O composto orgânico tem sido usado na agricultura como forma de aproveitamento racional dos resíduos provenientes da agricultura, pecuária ou agroindústrias. Este estudo teve por objetivo analisar o potencial de composto orgânico originado da cultura do fumo, na produção de mudas arbóreas. O experimento foi conduzido em viveiro coberto com tela sombrite (70%) em delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial, com sete repetições. Foi avaliado o composto T1- talo de fumo (85%), compostado com esterco bovino (15%) e rúmen bovino (0,26%); T2- talo de fumo (85%), compostado com esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%); T3- talo de fumo (85%) compostado apenas com esterco bovino (15%) e T4- o controle contendo apenas esterco bovino curtido. As sementes das quatro essências arbóreas nativas foram semeadas em saco de polietileno (15 x 28) e irrigados diariamente por sistema de aspersão. Foram avaliados a altura e o diâmetro do caule, o comprimento da raiz, o número de nódulos, a massa fresca dos nódulos (mulungu) e massa fresca e seca da parte aérea e da raiz. O mulungu (*Erythrina sp.*) e a amburana-de-cheiro (*Amburana sp.*) apresentaram menor tempo de germinação, atingindo o percentual de 100% aos vinte dias após a semeadura. A pitomba (*Talisia sp.*) e o jenipapo (*Jenipa sp.*) germinaram mais lentamente, levando até trinta dias para germinar. Os resultados demonstraram que composto 1 e composto 3 promoveram valores médios superiores para os parâmetros de crescimento quando comparado ao controle. O valor médio obtido quanto à matéria fresca e seca da parte aérea e raiz foi estatisticamente maior para o tratamento 1 e 3. O composto obtido com resíduo da cultura do fumo, em mistura com rúmen e esterco ou apenas esterco, proporcionou melhor efeito nas variáveis de crescimento, matéria fresca e seca, das quatro espécies arbóreas estudadas.

Palavras-chave: adubo, essências arbóreas, parâmetros vegetais

USAGE OF ORGANIC COMPOST FROM THE TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.) CULTIVATION IN THE COMPOSITION OF BACKGROUND TO THE PRODUCTION OF TREE SEEDLINGS

ABSTRACT. The organic compost has been used in the agriculture as a way to use rationally the residues coming from agriculture, livestock, agro-industries. This study aimed to analyze the potential of the organic complex originated in the tobacco cultivation, in the production of tree seedlings. The experiment was carried out in nurseries with sombrite mesh (70%) in experimental design in random blocks of factorial setup, with seven repetitions. The compost used was T1– tobacco stem (85%) composted with bovine manure (15%) and bovine rumen (0, 26%); T2 - tobacco stem (85%) composted with bovine manure (15%) and Microsept-dust (0,13%); T3- tobacco stem (85%) composted with bovine manure (15%) only and T4- the control treatment containing only bovine matured manure. The seeds of four native tree essences were seeded in polyethylene bags (15 x 28) and irrigated daily by aspersion system. The evaluated factors were: caulis height and diameter, the root length, the number of nodules (mulungu), fresh and dry mass of the aerial parts and root. The mulungu (*Erythrina sp.*) and amburana-de-cheiro (*Amburana sp.*) presented the shortest germination time, reaching the percentage of 100% within 20 days after the seeding. The pitomba (*Talisia sp.*) and jenipapo (*Jenipa sp.*) germinated slower, taking 30 days to germinate. The result showed that the compost 1 and the compost 3 promoted higher average value to the parameter growing when compared to the control group. The average value obtained about fresh and dry mass of the aerial parts and root were statistically higher to the treatment 1 and 3. The compost obtained with the tobacco residue mixed with bovine rumen and manure and with bovine manure only provided the best effect on the variables growing, fresh and dry mass, in the four studied species tree.

Key words: fertilizer, trees essences, vegetal parameters

INTRODUÇÃO

Os problemas de degradação ambiental causados pelo modelo agrícola atual são exaustivamente conhecidos, motivo pelo qual a visão da produtividade e qualidade na agricultura brasileira precisa ser contemplada num enfoque ambientalista. Entende-se, que o benefício da matéria orgânica no solo não é apenas o de fornecedor de nutrientes para as plantas, mas, principalmente, de modificador, para melhorar suas características para o cultivo. A reciclagem de matéria orgânica, além de contribuir para a sustentabilidade econômica de empreendimento agrícola promove a redução de impactos ambientais negativos (SANTOS, 2002).

O composto orgânico tem sido usado na agricultura como forma de aproveitamento racional dos resíduos provenientes da agricultura, pecuária ou agroindústrias, devido ao fato destes materiais possibilitarem melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com reflexo sobre a produtividade das culturas (HARRISON *et al.*, 1994; GIUSQUIANI *et al.*, 1995; GUERREIRO *et al.*, 2000; GARCIA *et al.*, 2000; BORKEN *et al.*, 2002). Além das atividades agrícolas, o composto orgânico, vem sendo utilizado inclusive na recuperação de áreas degradadas (BURMER, 2000; VANGRONSVELD *et al.*, 2004).

A utilização da matéria orgânica, melhora a estrutura (granulação) do solo, confere ao solo maior capacidade de absorção e armazenamento de água, possibilitando, uma boa aeração, um melhor desenvolvimento do sistema radicular e maior facilidade dos cultivos. Favorece maior atividade microbiana no solo, pois a matéria orgânica serve de alimento para a população microbiana do solo e promove ainda a elevação da capacidade de troca de cátions do solo, melhorando a capacidade tampão do solo (TEIXEIRA, 2002).

O uso de matéria orgânica permite uma rápida correção da acidez do solo, tendendo a estabilizar o pH próximo à neutralidade além do fornecimento de nutrientes às plantas (SANTOS, 2002). A vantagem do uso de composto orgânico na agricultura está atribuída, entre outras à retenção da umidade do solo em períodos secos, a preservação do solo contra a erosão, melhoramento das propriedades biológicas do solo e o aumento da permeabilidade (JUNHO *et al.*, 2004).

Dentre os substratos que podem ser utilizados na produção de mudas de espécies arbóreas, destacam-se o composto orgânico, o esterco bovino, a terra do

subsolo e o húmus de minhoca. Normalmente, usa-se como substrato uma mistura de duas partes de terra de subsolo e uma parte de material orgânico para o preenchimento de sacos plásticos (CUNHA, 2006).

A adição de doses de matéria orgânica ao substrato, para a produção de mudas em recipientes é uma técnica bastante utilizada nos sistemas modernos de produção de mudas. Entretanto, sabe-se que, para a obtenção de mudas de boa qualidade, é fundamental a utilização de substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas e forneçam os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da planta. Além disso, a qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (LIMA, 2001).

Na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes. Tradicionalmente o esterco bovino é utilizado como fonte orgânica na composição de substratos para viveiros de mudas de plantas hortícolas e de plantas arbóreas. No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de composto orgânico é uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (CUNHA, 2006). Na produção de mudas de essências arbóreas, o esterco bem curtido é útil em mistura com outros substratos, proporcionando resultados semelhantes ao do composto orgânico, porém inferiores (PAIVA, 2001).

Para a produção de mudas, materiais de origem orgânica, tais como casca de arroz carbonizada (ANDRADE NETO, 1998), bagaço de cana-de-açúcar (BIASI *et al.*, 1995), esterco de animais (SEDIYAMA *et al.*, 2000), composto orgânico (SOGLIO, 2000), moinha de café (ANDRADE NETO, 1998), isolados ou associados a fontes e doses de fertilizantes minerais (PEIXOTO 1998), têm sido utilizados para produção de muitas espécies frutíferas. Este estudo teve por objetivo analisar o potencial do composto orgânico originado da cultura do fumo, na produção de mudas arbóreas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Capivari, de propriedade da empresa Danco, localizada no município de Governador Mangabeira Bahia. A propriedade está situada a 156 km de Salvador a uma altitude de 225 m e coordenadas de 12º

48° 38" de latitude e 39° 05' 17" de longitude. A vegetação predominante é a floresta estacional semidecidual. Possui clima úmido a subúmido e pluviosidade média anual de 1.141,1 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos, setembro a fevereiro os mais secos e temperatura média anual de 23,8°C. O Solo da região é classificado como Latossolo Amarelo álico, textura franco-argilo-arenosa, apresentando horizontes sub-superficiais coesos e relevo plano (EMBRAPA, 2007).

O experimento com produção de mudas arbóreas, foi conduzido em viveiro coberto com tela sombrite (70%) em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4 x 7 (4 tipos de substrato, 4 espécies arbóreas e 7 repetições).

Os substratos foram constituídos por uma mistura de terra de subsolo e composto orgânico na proporção de 2:1. Foi utilizado o composto T1- talo de fumo (85%) compostado com esterco bovino (15%) e rúmen bovino (0,26%); T2- talo de fumo (85%) compostado com esterco bovino (15%) e microsept-pó (0,13%); T3- talo de fumo (85%) compostado apenas com esterco bovino (15%) e T4- o controle contendo apenas esterco bovino curtido.

Foram utilizados sacos pretos de polietileno (tamanho 15 x 28), sendo 10 em cada parcela, dispostos em canteiro construído em alvenaria com dimensões de 10m de comprimento por 1 m de largura e 0,20m de profundidade. Os sacos foram enchidos manualmente com os substratos e cobertos, após a semeadura, com quantidade de cada adubo puro na superfície. Foram utilizadas como essências arbóreas nativas as espécies contidas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Nomes comuns, científicos e famílias das espécies arbóreas estudadas.

Nome Comum das Espécies	Nome Científico	Família
Mulungu	<i>Erythrina sp</i>	<i>Papilionoideae</i>
Amburana-de-cheiro	<i>Amburana sp</i>	<i>Fabaceae</i>
Jenipapo	<i>Jenipa sp</i>	<i>Rubiaceae</i>
Pitomba	<i>Talisia sp</i>	<i>Sapindaceae.</i>

As sementes de mulungu foram coletadas a partir de seis árvores adultas, no município de São Gonçalo (BA). As sementes selecionadas foram esmeriladas em uma das extremidades, de modo a criar uma abertura no tegumento, com cerca de 2 mm, sem danificar os cotilédones. Em seguida as sementes foram imersas em água

por 12 horas e eliminadas as que flutuaram. Os frutos maduros de pitomba foram adquiridos na feira livre da cidade de Cruz das Almas (BA), sendo retirado parcialmente o arilo das sementes, em peneira, sob jato de água de torneira. Posteriormente, estes foram colocados em água por 12 horas.

As sementes de amburana-de-cheiro foram adquiridas no Centro de Abastecimento da cidade de Feira de Santana (BA). Após seleção das sementes em bom estado, estas foram imersas em água por 24 horas e eliminadas as leves (que flutuaram). Os frutos de jenipapo foram adquiridos na feira livre da cidade de Cruz das Almas (BA). As sementes foram lavadas em peneira, para retirar a polpa, e em seguida secas a sombra. Posteriormente, foram imersas em água por 12 horas.

A semeadura foi realizada diretamente nos sacos de polietileno a uma profundidade 3 vezes a largura das sementes. Foram semeadas três sementes de cada espécie em cada saco totalizando, 210 sementes por tratamento. Os sacos foram irrigados diariamente por sistema de aspersão. Foi avaliada a taxa de germinação a cada cinco dias até os trinta dias após semeadura. Aos 30 dias após a germinação, fez-se o desbaste cortando-se o excedente das plantas, deixando apenas uma por saco.

Quando as plantas estavam em condição de transplante para campo, foram medidos alguns parâmetros vegetativos, altura, diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz e número total de nódulos e massa fresca dos nódulos (*Erythrina sp.*), sendo sorteadas três plantas de cada parcela. Para coleta das raízes das plantas abriu-se o saco plástico em uma peneira e separou-se a raiz do substrato com jato de água.

As medidas de altura da planta e comprimento da raiz principal foram efetuadas com régua milimetrada e o diâmetro do caule (colo) com auxílio de paquímetro de leitura direta de aço inoxidável da marca Worker com nível de precisão 0,02 mm. A massa fresca dos nódulos (mulungu) e as massas frescas e secas da parte aérea e da raiz foram obtidas em balança semi-analítica com precisão de +/- 0,001g. O número total de nódulos externos (ativos ou não) nas raízes foi determinado por separação da raiz, com estilete, e posterior contagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo software estatístico System Analysis Statical (SAS). Foi realizado, também, o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias entre as espécies arbóreas utilizadas. Foi feita transformação em arco seno para os valores do percentual de

germinação para realização de análise de variância e teste de média tukey 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Germinação

Os resultados encontrados para o percentual de germinação das espécies arbóreas em estudo são apresentados na Figura 1. As análises estatísticas foram significativas pelo teste F, havendo apenas uma pequena diferença na percentagem de germinação em uma das espécies (jenipapo).

O mulungu foi o primeiro a iniciar o processo de germinação, aos 5 dias após a sementeira, seguido pela amburana, aos dez dias, a pitomba e o jenipapo, aos quinze dias. As épocas de germinação variaram entre as espécies. O mulungu foi a espécie que apresentou o processo mais rápido de germinação, chegando ao percentual de 100% em 210 sementes sementeiras, aos vinte dias após a sementeira enquanto a amburana alcançou 100% de germinação aos vinte e cinco dias.

O rápido processo de emergência dessas espécies florestais pode estar relacionado às características de rusticidade e ao tratamento para a quebra de dormência e embebição das sementes. A pitomba e o jenipapo foram as espécies que apresentaram germinação mais lenta, iniciando aos quinze dias e completando sua germinação aos trinta após sementeira. Dentre as quatro espécies testadas, a pitomba e jenipapo foram as que apresentaram menor velocidade de germinação, em relação às demais, sendo que as sementes de pitomba germinaram 100% e as do jenipapo, tiveram seu percentual germinativo de 96% (Figura 1).

Esse comportamento em relação à germinação parece ser característico da espécie. O percentual de germinação das quatro espécies arbóreas nativas estudadas apresentou valores diferenciados, em relação ao tempo, todavia, a percentagem de sementes germinadas foi sempre próxima de 100%. Esses resultados demonstraram que não houve limitação associadas aos substratos utilizados, sendo consequência também da qualidade das sementes e da manutenção de condições ambientais para a expressão do poder germinativo das sementes utilizadas.

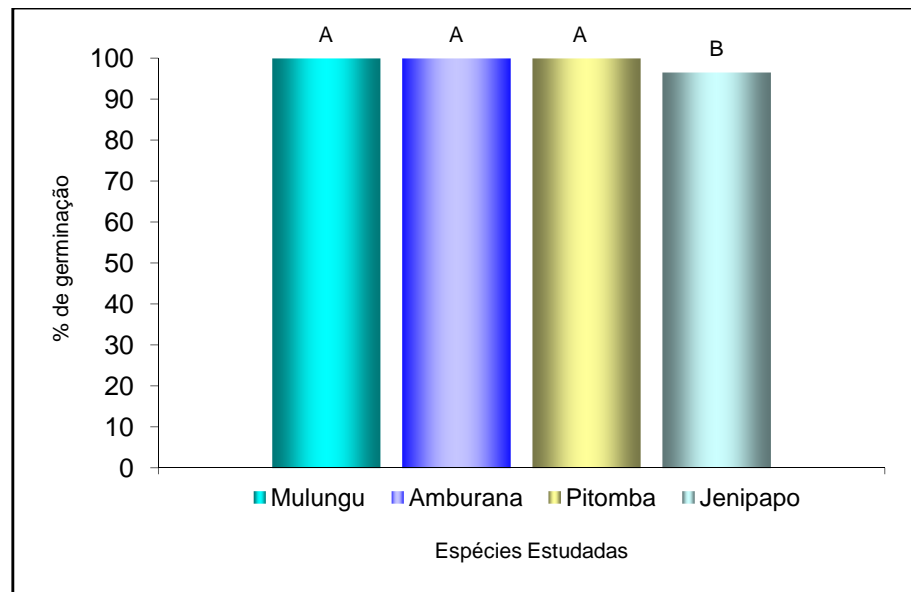


Figura 1. Percentagem de germinação total aos 30 dias das quatro espécies estudadas. Médias nas colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliação do Crescimento das Plantas

Os resultados demonstraram (Tabela 2) que os tratamentos 1, 2 e 3, para a espécie arbórea mulungu, promoveram diferença estatística entre os valores médios para as variáveis, altura da copa, altura da gema apical, comprimento da raiz e diâmetro do caule quando comparada ao controle, onde não se utilizou composto orgânico. Porém o tratamento 3, onde se utilizou composto orgânico de talos de fumo compostado apenas com esterco bovino, foi o que apresentou estatisticamente maiores médias.

Os resultados, para a espécie florestal amburana-de-cheiro, quanto aos valores médios das variáveis estudadas, foram semelhantes ao mulungu, em relação ao efeito dos substratos utilizados nos tratamentos. Os tratamentos 1 e 3 favoreceram um maior desenvolvimento das plantas em relação aos demais, sendo o tratamento 3 aquele que determinou as maiores médias.

Os resultados, para a espécie arbórea amburana-de-cheiro, quanto aos valores médios das variáveis estudadas, foram semelhantes ao mulungu, em relação ao efeito dos substratos utilizados nos tratamentos. Os tratamentos 1 e 3 favoreceram um maior desenvolvimento das plantas em relação aos demais, sendo o tratamento 3 aquele que determinou as maiores médias.

Tabela 2. Médias de alguns parâmetros de crescimento vegetativo das espécies arbóreas estudadas

Espécies	Tratamentos	AT ¹ (cm)	AG ² (cm)	CR ³ (cm)	NN ⁴	DC ⁵ (mm)
Mulungu	1	46,30 a	32,74 a	32,90 a	9,57 a	0,90 a
	2	46,92 a	34,74 a	33,80 a	7,90 ab	0,91 a
	3	47,92 a	36,34 a	36,62 a	10,92 a	0,95 a
	4	24,30 b	16,88 b	18,0 b	3,38 b	0,58 b
CV (%)		13,23	19,85	15,21	30,00	16,62
Amburana	1	18,88 b	16,20 b	21,40 a	-	0,40 a
	2	17,10 c	15,02 b	19,58 a	-	0,39 a
	3	20,21 a	17,68 a	22,30 a	-	0,43 a
	4	14,00 c	11,98 d	11,17 b	-	0,32 b
CV (%)		4,75	5,96	19,19	-	9,64
Pitomba	1	17,62 a	14,67 a	31,52 ab	-	0,33 a
	2	17,52 a	15,07 a	29,73 b	-	0,30 b
	3	17,77 a	15,38 a	31,77 a	-	0,35 a
	4	14,78 b	12,52 b	19,62 c	-	0,29 b
CV (%)		9,61	5,85	4,41	-	4,63
Jenipapo	1	11,53 a	6,14 a	22,57 b	-	0,47 a
	2	10,71 b	6,12 a	21,91 b	-	0,47 a
	3	12,24 a	6,54 a	28,17 a	-	0,47 a
	4	9,30 c	5,20 b	16,87 c	-	0,39b
CV (%)		5,47	5,08	3,89	-	4,03

¹Altura total da planta; ²Altura da gema apical; ³Comprimento da raiz principal; ⁴Número de nódulos; ⁵Diâmetro do caule. Médias nas linhas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados, para a espécie florestal amburana-de-cheiro, quanto aos valores médios das variáveis estudadas, foram semelhantes ao mulungu, em relação ao efeito dos substratos utilizados nos tratamentos. Os tratamentos 1 e 3 favoreceram um maior desenvolvimento das plantas em relação aos demais, sendo o tratamento 3 aquele que determinou as maiores médias.

Quanto ao desenvolvimento das espécies arbóreas pitomba e jenipapo, os tratamentos 1 e 3 (Tabela 2) foram os que apresentaram as maiores médias estatísticas, em altura da copa, altura da gema apical, comprimento da raiz e diâmetro do caule, sendo que o tratamento 3 foi superior ao tratamento 1.

Segundo Souza *et al.*, (2006), o diâmetro do colo e a altura das mudas são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies arbóreas. Segundo esses autores, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência,

por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Gomes *et al.*, (1985), testando vários substratos para a espécie *Eucalyptus grandis*, concluíram para o parâmetro estudado (altura da parte aérea), que o melhor resultado foi constituído pela mistura de composto orgânico. Segundo Gonçalves e Poggiani (1996), a formação do sistema radicular e parte aérea estão associadas à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes dos substratos.

Acumulação de Massa Fresca e Seca

Os valores médios obtidos (Tabela 3) quanto à matéria fresca e seca da parte aérea e raiz e massa fresca dos nódulos do mulungu foram estatisticamente maiores nos tratamentos 1 e 3, respectivamente. Os nódulos são estruturas formadas nas raízes das plantas da família das leguminosas por bactérias do gênero *Rhizobium* que absorvem o nitrogênio do ar e com este sintetizam substâncias nitrogenadas, também utilizadas pela planta hospedeira. No interior dos nódulos, estas bactérias vivem em simbiose com as leguminosas, que fornecem açúcares e outros componentes orgânicos às bactérias (TRABULSI, 1999). No caso do mulungu, esses são facilmente visíveis e destacáveis das raízes. Quanto à massa fresca e seca da parte aérea e raiz das plantas de amburana-de-cheiro, pitomba e jenipapo (Tabela 3), no tocante aos efeitos dos substratos utilizados o tratamento 3 foi também superior aos demais.

Tabela 3. Médias do acúmulo de massa fresca e seca das espécies arbóreas estudadas

Espécies	Tratamentos	MFPA ¹ (g)	MSPA ² (g)	MFR ³ (g)	MSR ⁴ (g)	MFN ⁵ (g)
Mulungu	1	43,78 a	5,37 a	10,47 a	1,32 a	0,23 a
	2	41,02 a	5,36 a	10,33 a	1,27 a	0,19 a
	3	46,44 a	5,52 a	11,02 a	1,54 a	0,29 a
	4	15,1 b	1,68 b	3,47 b	0,50 b	0,05 b
	CV (%)	17,16	23,80	20,70	21,64	48,64
Amburana	1	3,40 a	0,94 a	7,60 a	1,58 a	-
	2	3,07 a	0,76 b	6,18 b	1,12 b	-
	3	3,92 a	1,02 a	8,69 a b	1,50 a	-
	4	1,72 b	0,49 c	1,94 c	0,44 c	-
	CV (%)	19,52	14,66	18,82	15,17	-
Pitomba	1	3,56 a	1,20 a	2,57 a b	0,64 a b	-
	2	3,25 a b	1,02 b	2,47 b	0,62 b	-
	3	3,80 a b	1,13 a b	3,17 a	0,75 a	-
	4	2,93 c	0,80 c	1,87 b	0,28 c	-
	CV (%)	12,86	10,71	18,37	14,04	-
Jenipapo	1	2,78 b	0,87 b	2,56 b	0,33 b	-
	2	2,65 b	0,75 c	2,13 c	0,32 c	-
	3	3,84 a	0,95 a	2,74 a	0,36 a	-
	4	1,68 c	0,43 d	1,55 d	0,24 d	-
	CV (%)	3,04	0,70	4,83	1,63	-

¹Massa fresca da parte aérea; ²Massa seca da parte aérea; ³Massa fresca da raiz; ⁴Massa seca da raiz; ⁵Massa fresca dos nódulos. Médias nas linhas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos 1 e 3 apresentaram melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das espécies estudadas, isso possivelmente pode ter ocorrido em virtude das diferenças da composição do composto orgânico. Esse fato pode ser explicado provavelmente também pelos valores das características retenção de água, matéria orgânica, teores de densidade do solo e, conseqüentemente, a proporção de macroporos, proporcionando uma aeração adequada dos substratos e desenvolvimento do sistema radicular.

Silva *et al.*, (1997), em trabalhos realizados com produção de mudas de espécies arbóreas, relataram que algumas espécies apresentam maior taxa de crescimento, por absorverem maior quantidade de nutrientes para atender à sua demanda nutricional, o que, em última análise, permite expressar o potencial de produção de biomassa, na fase inicial de crescimento. O peso de matéria seca das raízes tem sido reconhecido por diferentes autores como um dos mais importantes e

melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001). Neto *et al.*, (2007), trabalhando com produção de mudas de jenipapo, afirmam que todas as características avaliadas nas mudas de jenipapo, produzidas em substrato orgânico, apresentaram valores significativamente superiores aos das mudas com o substrato comercial. Estes resultados demonstram que o composto orgânico contido no tratamento 1 e 3 proporcionou condições favoráveis para o desenvolvimento de produção de mudas arbóreas florestais de mulungu, amburana, pitomba e jenipapo.

Considerando as características avaliadas como um todo, os melhores resultados foram obtidos utilizando-se o substrato contendo composto orgânico de talo de fumo adicionado apenas de esterco bovino. Isso, provavelmente, deve-se ao maior teor de nitrogênio e potássio e à melhoria de outros constituintes da fertilidade do composto, como aeração, retenção de água, entre outros.

Esse composto orgânico apresentava também maior relação C/N e pH final mais elevado em relação aos outros. Outro aspecto a ser considerado é a possibilidade da mistura de composto com terra na proporção 2:1 ter aumentado a concentração de algum fator de crescimento a níveis acima dos tolerados por essas espécies, que contribuiu para o menor desenvolvimento vegetativo das plantas.

De modo geral, houve efeito positivo da aplicação de composto orgânico de talos de fumo na produção de mudas das essências arbóreas estudadas, ressaltando o efeito da matéria orgânica sobre os parâmetros de crescimento vegetal, como peso da matéria seca da raiz e da parte aérea.

Esses resultados indicam a possibilidade de uso deste tipo de composto em atividades agrícolas, contribuindo assim para destinação ecologicamente esperada do resíduo da agroindústria fumageira na região do recôncavo. Santos (1994), afirma que a utilização de resíduo da agroindústria como substrato na produção de mudas arbóreas auxilia na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente.

CONCLUSÕES

1. O composto obtido com resíduo da cultura do fumo, em mistura com rúmen e esterco ou apenas esterco bovino proporcionou melhor efeito, tanto nos parâmetros

de crescimento quanto no rendimento em matéria fresca e seca das quatro espécies arbóreas estudadas.

2. O composto orgânico produzido com talos de fumo pode ser considerado como de boa qualidade, apresentando respostas positivas e significativas nos parâmetros vegetativos relacionados com a produção de mudas arbóreas.

3. Os resultados sugerem que é viável a utilização do composto orgânico de resíduo da cultura de fumo na produção de mudas arbóreas.

AGRADECIMENTOS

À empresa Danco Indústria e Comércio de Fumos LTDA, pelo aporte financeiro aos trabalhos realizados durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, A. de. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998. 65 f.

BIASI, L. A.; BILIA, D. A. C.; SÃO JOSÉ, A. R.; FORNASIERE, J. L.; MINAMI, K. Efeito da mistura de turfa e bagaço de cana-de-açúcar sobre a produção de mudas de maracujá e tomate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, n.52, v.2, p.239-243, 1995.

BORKEN, W.; MUHS, A.; BEESE, F. Changes in microbial and soil properties Soil Biology & following compost treatment of degraded temperate forest soils. **Biochemistry**, v. 34, n. 3, p. 403-412, 2002.

BURMER, C. Reclamation of forest soils with excavator tillage and organic amendments. **Forest Ecology and Management**, v. 133, n. 1-2, p. 157-163, 2000.

CUNHA, A. de M. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de Acácia sp. **Revista Árvore**. Viçosa. v 30, n. 2. 2006.

EMBRAPA. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia. 2007.

GARCIA, G.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F. Changes in carbon fraction during composting and maturation of organic waste. **Environmental Management**, v. 15, n. 3, p. 433-439, 2000.

GERRERO, C.; GOMEZ, I.; SOLERA, J. M.; MORAL, R.; BENEYTO, M., HERNANDEZ, M. T. **Biology and Fertility of Soils**, v. 32, n. 5, p. 410-414, 2000.

GIUSQUIANI, P. L.; PAGLIAI, M.; GIGLIOTTI, G.; BUSINELLI, D.; BENETTI, A. Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil. **Journal of Environmental Quality**, v. 24, p. 175-182, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. **Substrato para produção de mudas florestais**. In: SOLO-SUELO-CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.1996, Águas de Lindóia. Resumos expandidos... Águas de Lindóia: SLCS/SBCS/ESALQ/ USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1996.

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

GOMES; J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N- P- K**. Tese de Doutorado em Ciências Florestais Universidade Federal de Viçosa. 2001. 126 f.

HARRISON, R.; XUE, D.; HENRY, C.; COLE, D.W. Long-term effects of heavy applications of biosolids on organic matter and nutrient content of a coarse-textured. **Forest Ecology and Management**, v. 66, n. 1-3, p. 165-177, 1994.

JUNHO, A. P.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**: Manole, São Paulo, 2004.

LIMA, R. de L. S. de. ; FERNANDES, V. L. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; OLIVEIRA, V. H. de. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce ccp-76 submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 391-395, agosto, 2001.

NETO, S. N. de O.; LOUREIRO, D. C.; AQUINO A. M. de.; CARMO, M. V. do.; LELES, P. S. dos S.; GRUGIKI, M. A. **Substratos para produção de mudas de espécies florestais frutíferas para sistemas agroflorestais orgânicos**. Rio de Janeiro, 2007.

PAIVA, H. N. de. **Produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 130p.: il.

PEIXOTO, J. R. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio, na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 417-422, 1998.

SANTOS, A. A. do E.; LIMA, J. S.; CARVALHO, G. C. de. **Técnicas de aplicação de composto orgânico, proveniente de resíduos urbanos domésticos, no desenvolvimento vegetal**. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2002.

SANTOS, D. S. B. dos.; SANTOS FILHO, B. G. dos.; TORRES, S. B.; FIRMINO, J. L.; SMIDERLE, O. J. Efeito do substrato e profundidade de semeadura na emergência e desenvolvimento de plântulas de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.16, n. 1, p. 50-53, 1994.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A.T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.185-189, 2000.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE, F. R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 205-212, fev. 1997.

SOGLIO, F. K. Potencialização de utilização de microorganismos benéficos em cultivo em substrato. **Resumos**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, Florianópolis: UFSC-CCA, 2000. P.16-17.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.

TRABULSI, Luiz Rachid. **Microbiologia**. 3a. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

VANGRONSVELD, J.; COLPAERT, J. V.; VAN TICHELEN, K. K. Reclamation of a bare industrial area contaminated by non-ferrous metals: Physico-chemical and biological evaluation of the durability of soil treatment and revegetation. **Environmental Pollution**, v. 94, n. 2, p. 131-140, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo adequado de resíduos orgânicos utilizados na agricultura é importante para a sustentabilidade de sistemas agrícolas que utilizam dessas fontes como entrada de nutrientes para produção vegetal. A dinâmica de decomposição desses materiais tem influência nos fatores químicos, físicos e biológicos do solo, com reflexo na temperatura, dinâmica de água, conteúdo de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e erosão, que condicionam o solo para o bom crescimento de plantas.

Em sistemas alternativos de produção, diversas estratégias têm sido empregadas para melhorar as condições do solo para o crescimento de plantas, tais como a utilização de resíduos vegetais, em forma de composto orgânico. Além disso, alguns sistemas de produção utilizam fontes orgânicas pela necessidade de diminuir ao máximo a entrada de insumos externos, maximizando o uso de insumos produzidos na propriedade, aliando a diminuição do custo de produção com maior produtividade.

O aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes. Isso gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização. O composto orgânico, juntamente com a matéria orgânica do solo, representa e constitui principal fonte de nutrientes para cultivos orgânicos ou agroecológicos, contribuindo assim, para a fertilidade sustentável e menos agressividade ao meio ambiente.

A técnica da compostagem é uma alternativa importante e viável de transformação de resíduo orgânico em composto orgânico, o qual pode ser utilizado como adubo no plantio de diversas culturas. Por meio da compostagem é possível também implementar a destinação inteligente e ecologicamente viável de resíduo (talos, folhas novas e flores) originado após a colheita do fumo.

O composto orgânico produzido com resíduo da cultura do fumo possui boa qualidade para fins agrícolas, é rico em macro e micronutrientes e com ausência de nicotina e agrotóxicos, podendo ser utilizado como substrato na produção de mudas de espécies arbóreas para reflorestamento.