

DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO DE CASCAS DE FRUTOS DE CAFEIEIRO COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA

Antonio Teixeira de **MATOS**¹, UFV, atmatos@mail.ufv.br;
Márcia Cristina Ausina **FEBRER**, UFV;
Fredson Vieira e **SILVA**², UFV

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação do carbono, do nitrogênio, da relação C/N e o conteúdo de nutrientes do material orgânico após decomposição mesofílica de filtros de casca de frutos de cafeeiro utilizados para tratamento de águas residuárias da suinocultura. Curvas exponenciais, obtidas por análise de regressão, foram ajustadas aos dados de concentração de carbono e nitrogênio e relação C/N, de forma a se obter as constantes de decomposição do material orgânico e de acúmulo de nitrogênio no material. A constante média de decomposição do material orgânico foi de 0,000682 d⁻¹, a taxa média de acúmulo de nitrogênio foi de 0,002513 d⁻¹ em um período de seis meses de processamento.

PALAVRAS-CHAVE: decomposição de resíduos orgânicos, águas residuárias da suinocultura

ABSTRACT: The objective of this work was to study the change of the carbon and nitrogen concentration of the and the C/N relationship of the organic material after mesophilic decomposition of husk of coffee fruits filter media used for pig wastewater treatment. Exponential curves, obtained by regression analysis, were adjusted to the concentration data to obtain the decomposition constants of the organic material and of nitrogen accumulation in the material. The mean constant of the organic material decomposition was 0.000682 d⁻¹ and the medium rate of nitrogen accumulation 0.002513 d⁻¹, having a processing period of six months.

KEY WORDS: composting, organic residues, pig wastewater.

INTRODUÇÃO

A casca obtida no beneficiamento úmido ou seco de frutos do cafeeiro tem sido considerada, na maior parte das vezes, um resíduo sólido problemático. O resíduo quando não reaproveitado diretamente na lavoura, tem sido depositado em áreas marginais das propriedades onde permanecem até que se defina seu destino ou, constituindo prática ambientalmente reprovável, é lançado em cursos d'água. Nos países produtores de café isto constitui uma fonte muito severa de contaminação e um problema ambiental muito sério (MARTINEZ, 1999). Nos últimos anos, esforços tem sido empenhados para desenvolver métodos para sua utilização dessas cascas como matéria-prima como alimentação animal, aproveitamento na indústria química, alimentícia e farmacêutica e para produção de adubo orgânico.

KIEHL (1985) define a compostagem como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente, e em melhores condições, a desejada estabilização da matéria orgânica. Entretanto, este processo pode ocorrer com expressivo aumento da temperatura do material, na decomposição termofílica, ou com pequeno aumento da temperatura do material (até no máximo 40°C), na decomposição mesofílica. A decomposição termofílica ocorre apenas quando o volume de material em decomposição é grande o suficiente para que dificulte a dissipação, para a atmosfera, da energia gerada nos processos bioquímicos de degradação do material orgânico, proporcionando uma elevação, ainda que temporária, da temperatura da massa em decomposição. No caso de medas de compostagem de pequenas dimensões, a energia gerada nos referidos processos é facilmente dissipada, não sendo, por isso, verificada acentuada elevação da temperatura da massa.

A decomposição do material orgânico é diferenciada segundo as características físicas, químicas e biológicas dos seus diversos componentes. Os açúcares, amidos e proteínas simples são decompostos primeiro; a seguir, há a decomposição da proteína bruta e da hemicelulose. Outros componentes, como a celulose, a lignina e as gorduras, são mais resistentes (MIYASAKA et al., 1983; TIBAU, 1983; IGUE, 1984 e DABIN, s.d.) podendo, com o tempo, dar origem às substâncias orgânicas de estrutura química mais complexa, genericamente denominadas húmus (MIYASAKA et al., 1983 e IGUE, 1984). Segundo

¹ Professor Adjunto, D.S., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq;

² Mestre em Engenharia Agrícola, UFV;

³ Estudante de Zootecnia, UFV, bolsista de Iniciação Científica do CNPq

KIEHL (1985) o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda e do número e da frequência dos revolvimentos.

A maioria dos pesquisadores tem mostrado que a decomposição do material orgânico pode ser descrita por modelos exponenciais (IGUE, 1984 e PAUL & CLARK, 1989). Desta forma, a relação entre a quantidade de material orgânico remanescente, X, após um período de tempo, t, e o material orgânico inicial, X₀, pode ser apresentada, segundo IGUE (1984), IGUE & PAVAN (1984) e DABIN (s.d.), como:

$$X = X_0 \cdot e^{-K \cdot t}$$

Os valores da constante de decomposição, K, que dão idéia da rapidez de decomposição do resíduo orgânico variam, segundo IGUE (1984), de 0,025 ano⁻¹ (vegetação de *Pinus* em Serra Nevada, EUA) a 4,0 ano⁻¹ (florestas tropicais).

O objetivo deste trabalho foi estudar as variações do carbono, do nitrogênio, relação C/N e o conteúdo de nutrientes do composto orgânico produzido com cascas de frutos de cafeeiro utilizadas como filtro no tratamento de águas residuárias da suinocultura.

A polpa de café, que representa ao redor de 39% do peso fresco do fruto, foi durante muito tempo disposta em grandes pilhas em barrancos ou mesmo lançada em rios, causando contaminação do solo e água (ARANDA-DELGADO e BAROIS, 1999; MARTINEZ, 1999). A faixa de concentração de carbono e de nitrogênio na casca de frutos do cafeeiro é, em dag kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente de 48,8 a 51,2 e de 1,32 a 1,88 o que representa uma relação C/N na faixa de 27:1 a 36:1; (MATOS et al. 1998; BRANDÃO, 2000). Existem poucas informações sobre a taxa de decomposição de cascas de frutos do cafeeiro, seja ela obtida na forma de compostagem mesofílica ou termofílica. Essas informações tornam-se necessárias para que se permita a otimização do processo de compostagem, com vistas à obtenção da rápida e eficiente, em termos de valor nutritivo às plantas, estabilização do material orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

Cascas de frutos de cafeeiro, utilizadas como material filtrante de águas residuárias da suinocultura, produzidos por BRANDÃO (1999) foram dispostas compondo pequenas medas de 60 x 35 x 20 cm, sobre lona plástica, na área experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

O período de monitoramento das medas de decomposição foi compreendido entre os meses de novembro de 1998 e maio de 1999. A temperatura e a umidade do material presente nas medas foram monitoradas, diariamente, por termômetro de mercúrio (escala de 0 a 100°C) e por observação do comportamento físico-mecânico da massa, respectivamente.

Ao material retirado dos filtros foi acrescentado, após uma semana, mais águas residuárias da suinocultura.

As águas residuárias aplicadas foram coletadas em um tanque de armazenamento dos efluentes brutos de uma suinocultura contendo animais em diferentes fases do desenvolvimento, em propriedade agrícola localizada no município de São Miguel do Anta (MG), sendo aplicadas sobre as medas em no máximo 24 horas após a sua coleta. Ao se aplicar água residuária ao resíduo orgânico, tomou-se o cuidado de abrir um buraco no centro do material, onde a água residuária foi adicionada. Posteriormente, a uniformidade da superfície era restabelecida, sendo o material revolvido apenas após 24 horas. Desta forma, buscou-se minimizar perdas de amônia por volatilização. Após 48 horas da aplicação da água residuária, amostras dos materiais em decomposição foram coletadas, a fim de se determinar as suas relações C/N.

Amostras das águas residuárias incorporadas ao material, durante o período de monitoramento, e do material orgânico coletado durante o período de decomposição foram analisadas para determinação das concentrações de carbono e N_{total}. A umidade residual das amostras secas foi determinada pela secagem à 105 °C, por 12 horas, a fim de se expressar os resultados em base de matéria seca. A determinação do nitrogênio total das amostras foi feita pelo método Kjeldahl (ALVAREZ V., s.d.). O carbono das amostras foi determinado pelo método da perda por ignição (KIEHL, 1985). Todas as determinações foram feitas com três repetições. Os resultados das análises químicas das águas residuárias incorporadas às medas durante o período de estudo da decomposição dos materiais indicou uma concentração de 1079, 2 mg L⁻¹ de N-total.

Amostras de material orgânico das medas foram coletadas, quinzenalmente, secadas em estufa com ventilação forçada a 65°C por 72 horas, e moídas em moinho tipo Wiley, para determinação das concentrações de nitrogênio total e carbono total presentes nas amostras. Os resultados da determinação das amostras do material, coletadas no início do período de decomposição estão apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Características analíticas das cascas de frutos do cafeeiro, após serem utilizadas nos filtros de tratamento de águas residuárias da suinocultura (Resultados expressos em relação à matéria seca a 105 °C).

Carbono total (dag kg ⁻¹) ²	N-total (dag kg ⁻¹) ³	Relação C/N
53,04	2,49	21,30

Os dados de teor de carbono, nitrogênio e da relação C/N dos materiais orgânicos, durante o período de monitoramento da decomposição, foram utilizados para ajuste de equações exponenciais e, com isso, determinação dos coeficientes de decomposição do material orgânico, da relação C/N e de acúmulo do nitrogênio com o tempo, conforme. As regressões e análises estatísticas foram feitas com uso dos programas REGREAMD1 e REGRELIN, contidos no pacote computacional SAEG (EUCLYDES, 1983). Modelos matemáticos do tipo exponencial simples foram ajustados aos dados de concentração de carbono e nitrogênio e relação C/N, obtendo-se as constantes de decomposição do material orgânico e de acúmulo do nitrogênio nas medas de compostagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos das concentrações de carbono e de nitrogênio das amostras de material orgânico, coletadas durante período de monitoramento, determinou-se a taxa de decréscimo do carbono e da relação C/N e de acréscimo de nitrogênio nas medas. Os gráficos com suas respectivas equações ajustadas estão apresentados na Figura 1. A curva de concentração de carbono ao longo do período de estudo de decomposição dos resíduos foi ajustada a modelo exponencial, apresentando-se significativa a 1% de probabilidade. A exponencial decrescente indicou que a taxa de decomposição foi maior na fase inicial de degradação da casca de frutos do cafeeiro e decresceu com o tempo. Esses resultados, conforme PEIXOTO (1988), são justificados quando considera-se que, na fase inicial da degradação aeróbia dos resíduos orgânicos, as bactérias atuam sobre materiais de mais fácil e rápida decomposição (açúcares, amidos, proteínas simples, etc.). Com o esgotamento dessas fontes, passam a atuar sobre materiais orgânicos mais complexos e de mais difícil e lenta decomposição (celulose, ligninas, gorduras, etc.). A diminuição da concentração de carbono nos materiais utilizados deve-se, principalmente, à liberação de CO₂ (no caso do ambiente aeróbio) como subproduto da respiração dos microrganismos.

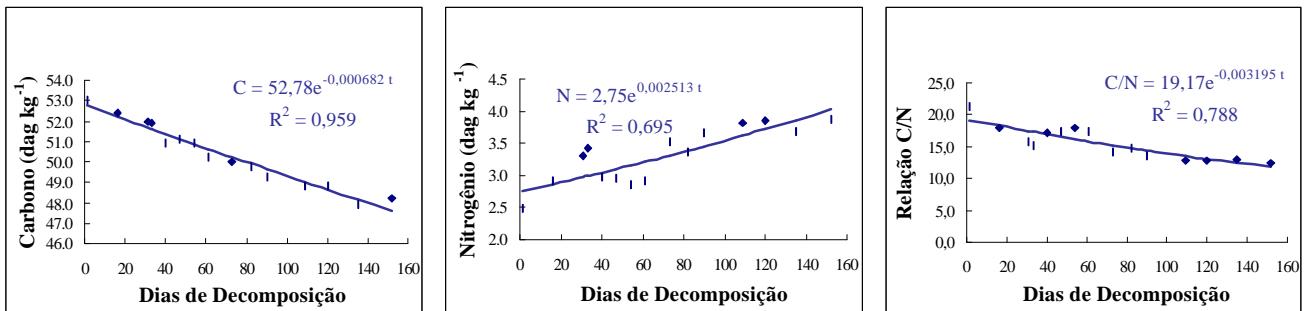
Com os resultados obtidos pode-se concluir que a casca de frutos do cafeeiro, quando associada a águas residuárias da suinocultura, apresentou constante de decomposição, $K_C = 0,000682 \text{ dia}^{-1}$ ($0,249 \text{ ano}^{-1}$) nas medas (Figura 1-a). JENKINSON & AYANABA (1977) trabalhando em condições de temperatura muito próximas às deste experimento ajustaram, para a decomposição do azevém, uma equação exponencial dupla cujos valores de K_C componentes foram de 2,83 e $0,087 \text{ ano}^{-1}$. MATOS et al. (1998) encontraram para a compostagem termofílica de cascas de frutos de cafeeiro com águas residuárias da suinocultura valor de $K_C = 0,004052 \text{ dia}^{-1}$. Este valor é bem superior ao encontrado neste experimento, o que comprova a maior lentidão da compostagem quando o processo ocorre sem a fase termofílica.

As equações ajustadas para concentração de nitrogênio nas medas como função do tempo de decomposição (Figura 1-b), tal como observado para a concentração de carbono, também não diferiram, em nível de 5% de probabilidade. A constante de acúmulo de nitrogênio nas medas foi de $K_N = 0,002513 \text{ dia}^{-1}$ ($0,917 \text{ ano}^{-1}$). MATOS et al. (1998) encontraram $K_N = 0,004579 \text{ dia}^{-1}$. O aumento na concentração de nitrogênio nas medas deve-se, além da incorporação de águas residuárias da suinocultura, à sua concentração relativa em vista da redução da massa de material, notadamente carbono, liberados nos processos metabólicos dos microrganismos.

A curva ajustada para os dados de concentração de nitrogênio no composto orgânico produzido com cascas de frutos do cafeeiro apresentou baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,695$). A instabilidade observada na concentração de nitrogênio não deve, entretanto, estar associada à instabilidade na decomposição do material (Figura 1a), o que poderia proporcionar alterações na sua concentração em virtude da eliminação de CO₂ e outros gases do material. KIEHL (1998) afirmou que, quando a relação C/N do material em decomposição é baixa no início do processo, os microrganismos eliminam o excesso de N na forma de amônia. Como o material, após retirado do filtro de águas residuárias da suinocultura, já apresentava relação C/N baixa ($C/N = 15,75$) é possível que tenha ocorrido perdas de nitrogênio nessa forma.

Na Figura 1-c está apresentada a curva exponencial e respectiva equação ajustada para a relação C/N em função do tempo de decomposição. A tendência de decréscimo na relação C/N ao longo do tempo deve-se, principalmente, ao decréscimo na concentração de carbono, em razão da sua liberação como subproduto final de processos metabólicos dos microrganismos.

Figura 1 - Concentração de carbono, nitrogênio, relação C/N e suas respectivas equações de regressão para os dados obtidos durante a decomposição dos resíduos orgânicos, utilizados nos filtros de tratamento de águas residuárias da suinocultura



CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados, pode-se afirmar que:

As constantes relativas à de decomposição do material orgânico foram: $K_C = 0,003673 \text{ dia}^{-1}$, $K_N = 0,006014 \text{ dia}^{-1}$ e $K_{C/N} = 0,003195 \text{ dia}^{-1}$;

A decomposição mesofílica das cascas de frutos do cafeeiro com águas residuárias da suinocultura foi lenta, demorando cerca de 147 dias até ser atingida a relação C/N = 12.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V. H. Caracterização química do solo. Viçosa, MG: UFV, [19--]. 77 p. (Mimeografado).
- ARANDA-DELGADO, E.; BAROIS, I. Lumbricompostaje de la pupa de café em México. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 1999, Londrina-PR, 1999. *Anais*, Londrina: UFPR, IAPAR, IRD, 1999. p. 335-343.
- BRANDÃO, V. S. Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. Viçosa, MG: UFV, 1999. 65 p. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.*
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE A ADUBAÇÃO VERDE, 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-67.
- IGUE, K.; PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. *Anais...* p.383-418.
- JENKINSON, D.E.; AYANABA, A. Decomposition of C^{14} labeled plant material in tropical conditions. *Soil Sci. Amer. J.*, v. 41, p.912-915, 1977.
- KIEHL, J.E. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, E. J. *Papel dos microrganismos na compostagem*. Ação Ambiental, v.1, p.17-20, 1998.
- DABIN, B. *Análise de compostos húmicos dos solos*. s.d. não pag. (Apostila, mimeografada).
- EUCLYDES, R. F. Sistemas para análises estatísticas e genéticas (SAEG). *Manual provisório*. Viçosa, MG. UFV, 1983, 74 p. (Apostila).
- MATOS, A. T., VIDIGAL S. M., SEDIYAMA, M. A. N., GARCIA, N. C. P., RIBEIRO, M. F. *Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2, p.199-203, 1998.
- MARTINEZ, J.R.R. La pulpa de café es un subproducto y no um desecho. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 1999, Londrina-PR, 1999. *Anais*, Londrina: UFPR, IAPAR, IRD, 1999. p. 393-394.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALERI, P.A. *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo*. Campinas, 1983. 138p.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. *Soil microbiology and biochemistry*. San Diego: Academic Press, 1989. 273 p.
- PEIXOTO, R. T. dos G. *Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo*. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (IAPAR. Circular, 57).

TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo.** 2ª . ed., São Paulo: Nobel, 1983. 220p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425