

Compostagem como alternativa para o tratamento de resíduo de indústria de biodiesel⁽¹⁾

Felipe Scholtz Piccin⁽²⁾; Marcos Leandro dos Santos⁽³⁾; Rodrigo Josemar Seminoti Jacques⁽⁴⁾; Talita Ferreira⁽⁵⁾; Francisco Figueredo Wesz⁽²⁾; Willian Braga dos Santos⁽²⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos CNPq e CAPES.

⁽²⁾ Estudante do curso de Agronomia - UFSM - Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; email: felipepiccin@gmail.com; franciscowesz@gmail.com; willianbragadossantos@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; UFSM – Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; email: marcosleandros@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; UFSM – Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; email: rodrigo@ufsm.br; ⁽⁵⁾ Estudante do curso de Agronomia; Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages, SC; email: tf_talita@hotmail.com.

RESUMO: A crescente demanda por biodiesel promove um aumento na geração de resíduos orgânicos resultantes do processo industrial de produção deste biocombustível. Quando tratados, podem ser reaproveitados na agricultura como adubo orgânico. O objetivo do trabalho foi avaliar a compostagem como alternativa para o tratamento da serragem de filtração, um resíduo gerado na produção do biodiesel. O experimento foi conduzido na Usina de Compostagem Automatizada do Departamento de Solos da UFSM, onde foram montadas duas leiras em proporções adequadas de C e N, conforme as características de cada material utilizado. Uma leira recebeu esterco bovino e resíduo da indústria de biodiesel, ao passo que a segunda recebeu esterco bovino, resíduo da indústria de biodiesel e casca de arroz. Apesar da alta relação C/N da serragem de filtração, ela pode ser tratada pela compostagem se misturada a outros resíduos agrícolas e posteriormente o composto pode ser utilizado como adubo orgânico.

Termos de indexação: biocombustíveis, resíduos orgânicos, compostagem.

INTRODUÇÃO

O biodiesel é uma alternativa aos combustíveis fósseis, tornando-se uma fonte importante de energia de baixo impacto ambiental.

A União Européia responde por noventa por cento da produção mundial de biodiesel, sendo a Alemanha o maior produtor e consumidor. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2010), o Brasil já é o terceiro maior produtor mundial de biodiesel, produzindo 2,2 milhões de toneladas, sendo o óleo de soja, a principal matéria prima utilizada. Dentro do país, o Rio Grande do Sul se tornou um dos principais estados produtores e atende cerca de 25% da demanda nacional (ANP, 2010).

Dentre os principais resíduos gerados na indústria de biodiesel, podemos citar a glicerina, o farelo e a torta de oleaginosa, que tem sido utilizados na alimentação animal (Abdalla et al., 2008), na produção de adubo orgânico (Santos et al., 2005) e também para a produção de energia térmica (Minho et al., 2012). Porém, outros resíduos podem ser gerados na produção de biodiesel, como o material utilizado na filtração do óleo vegetal, denominado de serragem de filtração (Fravet et al., 2010).

A compostagem pode ser uma alternativa para o tratamento da serragem de filtração, onde os microrganismos aeróbicos irão degradar parte dos compostos orgânicos, originando um produto final estabilizado, que poderá ser utilizado como adubo orgânico e por consequência, permitir o retorno dos nutrientes para o solo. Segundo Lima et al. (2009), os resíduos gerados pela indústria de biodiesel, quando utilizados na formulação de compostos de uso agrícola, podem contribuir para melhoria da fertilidade do solo e aumento da produtividade das culturas.

Dentro destes aspectos, este trabalho teve como objetivo avaliar a compostagem como alternativa para o tratamento da serragem de filtração, um resíduo gerado na produção do biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Usina de Compostagem Automatizada do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. A usina encontra-se em ambiente protegido e é composta de espaços para as leiras em alvenaria com dimensões de 1,5m de comprimento, 1m de largura e 1,2m de altura. Sob as leiras há uma tubulação para aeração forçada, com motor de indução Weg, 60hz e 30 cv, para o suprimento de oxigênio aos microrganismos.

O esterco bovino foi coletado na área experimental do Setor de Bovinocultura de Corte da

UFSM. A casca de arroz foi adquirida de uma indústria de processamento de arroz instalada na região. A serragem de filtração foi coletada em uma indústria de biodiesel, que utiliza a soja como matéria-prima. As características da serragem de filtração são: pH, 4,36; sólidos, 99%; umidade, 0,955%; além de outros parâmetros (mg L^{-1}): Ba, 0,017; Pb, 0,008; Cr, 0,012; Fl, 0,368; Se, 0,016; Al, 0,161; Cu, 0,004; Fe, 0,095; Nitrato, 0,225; Na, 101. Desta forma, a serragem de filtração é classificada como Resíduo Classe II A – Não Inerte, de acordo com a NBR 10004, sendo então passível de tratamento e reaproveitamento.

As leiras foram instaladas de forma que a Leira 1 recebeu esterco bovino (EB) mais o resíduo da indústria de biodiesel (RB) (relação 3 EB : 1 RB) e a Leira 2 foi instalada com esterco bovino (EB), resíduo da indústria de biodiesel (RB) mais casca de arroz (CA) (relação 3 EB : 1 RB : 0,5 CA). A utilização da casca de arroz foi devido ao poder estruturante que proporciona à leira, facilitando a aeração da mesma e também por ser um resíduo agrícola significativo da região.

Para suprimento de nitrogênio foi adicionado 0,27 Kg de uréia comercial por metro cúbico de resíduos na Leira 1 e 0,55 Kg de uréia comercial por metro cúbico de resíduos na Leira 2 no início do experimento.

Para a montagem das leiras foram determinadas as características dos materiais a serem usados na compostagem a fim de fornecer carbono e nitrogênio na relação 30:1, necessária aos microrganismos degradadores (**Tabela 1**).

Tabela 1. Teor de carbono, nitrogênio e relação C/N dos resíduos utilizados para confecção das leiras de compostagem.

Material	C (%)	N (%)	C/N
RB	61,71	0,00	61,71
EB	33,85	1,87	18,10
CA	38,40	0,31	123,90

RB: resíduo da indústria de biodiesel; EB: esterco bovino; CA: casca de arroz.

Diariamente a temperatura e a umidade foram monitoradas por um período de nove semanas, até a estabilização da temperatura e encerramento do processo de compostagem.

Para a leitura da temperatura ambiente e das leiras foi utilizado um termômetro de mercúrio, medindo a temperatura em três pontos distintos de profundidade, para posteriormente ser calculada uma média de temperaturas diárias para cada leira em decomposição.

A umidade foi monitorada manualmente e quando necessário foi adicionado água à leira com auxílio de uma mangueira.

As leiras eram aeradas pelo sistema de aeração automatizado sempre que a temperatura atingisse 65°C. O sistema de aeração permanecia ligado até a temperatura baixar a aproximadamente 50°C.

O revolvimento foi realizado com pás, cinco vezes durante a compostagem, para possibilitar maior homogeneização do material nas leiras de compostagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da temperatura da leira com casca de arroz (Leira 2) foram superiores a leira sem casca de arroz (Leira 1) da segunda até a sexta semana, o que indica que houve maior atividade na degradação inicial do material daquela leira.

A fase termofílica do processo de compostagem acontece quando a temperatura ultrapassa os 45°C até cerca de 65°C. Essa fase é essencial para a eliminação de organismos patogênicos, no entanto, temperaturas acima de 65°C são indesejáveis, pois podem ser prejudiciais aos microrganismos benéficos à compostagem.

Lashermes et al. (2012), utilizando marcadores como o ^{14}C em poluentes orgânicos durante a compostagem, verificaram que o estágio onde há maior eliminação do poluente é no início do processo de degradação biológica do material, isto é, nos primeiros 20 dias, quando atinge a temperatura de 60°C.

Durante o experimento, a fase termofílica do processo foi verificada a partir da terceira semana até a oitava semana na Leira 2. Na Leira 1, esta fase pode ser observada da quarta até a oitava semana (**Figura 1**).

O aumento da temperatura está fortemente relacionado, dentre outros fatores, com a relação C/N. O carbono e o nitrogênio são necessários aos microrganismos para o aumento da biomassa microbiana, a qual é responsável pela decomposição do material. Segundo Kiehl (1985) a relação C/N ideal para um material ser decomposto é de 30 partes de carbono para cada uma de nitrogênio, ou seja, uma relação de 30:1.

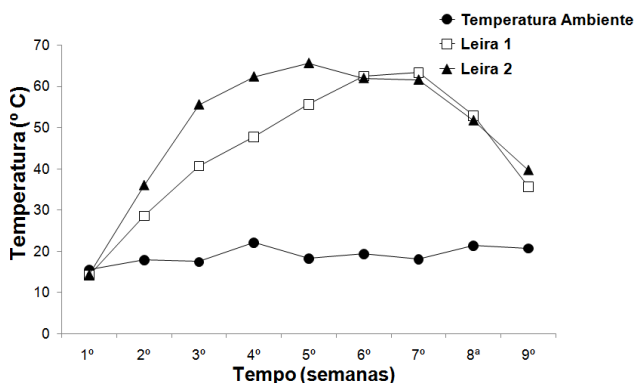


Figura 1. Temperatura média ambiente e das leiras durante o processo de compostagem. A Leira 1 recebeu esterco bovino (EB) mais o resíduo da indústria de biodiesel (RB), na relação 3 EB : 1 RB; e a Leira 2 recebeu esterco bovino (EB), resíduo da indústria de biodiesel (RB) mais casca de arroz (CA) na relação 3 EB : 1 RB : 0,5 CA.

A serragem de filtração apresenta relação C/N alta e compostos de estrutura recalcitrante, devido a alta concentração de celulose, hemicelulose e lignina (Zhang et al., 2012). Isso pode ter dificultado a atividade microbiana na degradação dos resíduos, que por sua vez pode ter ocasionado maior tempo de compostagem quando comparados com outros materiais, como palhas de campo nativo, restos de alimentos e dejetos de animais (Zhang et al., 2012; Li et al., 2012).

A casca de arroz pode ter proporcionado maior estruturação da leira. Estes materiais possibilitam melhor circulação de ar entre as partículas, aumentando a disponibilidade de oxigênio aos microrganismos. Os materiais estruturantes quando adicionados à compostagem, reduzem a densidade, aumentando a porosidade e possibilitam a difusão do oxigênio (Santos, 2007).

Ao final do período de compostagem, o composto orgânico apresentou algumas características de interesse agrícola (**Tabela 2**).

Tabela 2. Características químicas do composto orgânico produzido na Leira 1, que recebeu esterco bovino (EB) mais o resíduo da indústria de biodiesel (RB), na relação 3 EB : 1 RB; e na Leira 2, que recebeu esterco bovino (EB), resíduo da indústria de biodiesel (RB) mais casca de arroz (CA) na relação 3 EB : 1 RB : 0,5 CA.

Material	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	pH	C/N
Leira 1	0,79	0,62	7,2	19:1
Leira 2	0,61	0,60	6,8	21:1

O material utilizado na compostagem é livre de altas concentrações de metais pesados, compostos orgânicos sintéticos ou outras substâncias potencialmente tóxicas. Desta forma, os resultados

indicam que o composto produzido trata-se de um produto seguro que pode ser utilizado na agricultura, de acordo com a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Nº25, de 23 de Julho de 2009 (Brasil, 2009).

As concentrações de N e P nas leiras que não receberam casca de arroz (Leira 1) foram numericamente maiores que na leira com casca de arroz (Leira 2). Isso provavelmente se deve a alta relação C/N da casca de arroz (CA), que apesar de estruturar a leira durante o processo de compostagem, também contribui para aumentar a concentração de carbono (Lima et al., 2008).

Com relação ao pH, ambos compostos orgânicos produzidos possuem um potencial neutralizante da acidez quando aplicados no solo, apresentando caráter levemente básico.

A relação C/N reduziu-se durante o período avaliado. Esse resultado deve-se a atividade microbiana, que na degradação dos resíduos, transforma o C orgânico dos resíduos em CO₂. Desta forma, o composto orgânico produzido com resíduo da indústria de biodiesel pode ser utilizado na produção agrícola, desde que outros resíduos agrícolas sejam adicionados para fornecer nitrogênio necessário à atividade microbiana.

CONCLUSÕES

Apesar da alta relação C/N da serragem de filtração, ela pode ser tratada através da compostagem, se misturada a outros resíduos agrícolas para corrigir a relação C/N. A utilização de resíduos agrícolas estruturantes na leira, como a casca de arroz, contribuem para aumentar a temperatura da leira durante a fase inicial de compostagem. O composto produzido a partir da compostagem da serragem de filtração da indústria de biodiesel misturada somente a esterco bovino ou a esterco bovino mais casca de arroz pode ser utilizado como adubo orgânico.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 58-60, 2008.

ABIOVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Disponível em: < <http://www.abiove.com.br/> >. Acesso em 15 de abril de 2013.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/> >. Acesso em 15 de abril de 2013.



- BRASIL. Instrução Normativa Nº25, de 23 de Julho de 2009. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 20, 23 jul. 2009. Seção 1
- FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, 34: 618-624, 2010.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. 1.ed. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985. 492p.
- LASHERMES, G.; BARRIUSO, E.; HOUOT, S. Dissipation pathways of organic pollutants during the composting of organic wastes. *Chemosphere*, 87: 137-143, 2012.
- LI, R.; WANG, J. J.; ZHANG, Z.; SHEN, F.; ZHANG, G.; QIN, R.; LI, X.; XIAO, R. Nutrient transformations during composting of pig manure with bentonite. *Bioresource Technology*, 121: 362-368, 2012.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos, 21: 102-106, 2008.
- LIMA, C. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; SILVA, L. H. M.; ROIG, A. Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13: 338-339, 2009.
- MINHO, C. V.; KONRAD, O.; KOCH, F. F.; KLEINSCHMITT, A. B.; CASARIL, C.; LUMI, M. Uso da glicerina residual na geração de biogás a partir do lodo de estação de tratamento de efluentes e dejetos de aves poedeiras. *Engenharia Ambiental*, 9: 41-50, 2012.
- SANTOS, A. C. P.; BALDOTTO, P. V.; MARQUES, P. A. A.; DOMINGUES, W. L.; PEREIRA, H. L. Utilização de torta de filtro como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Colloquium Agrariae*, 1: 1-5, 2005.
- SANTOS, R. M. Avaliação da adição do pó da casca de coco verde, como material estruturante, na biorremediação de solo contaminado por petróleo. Rio de Janeiro, Escola de Química, 2007. 143p. (Dissertação de Mestrado).
- ZANG, J.; PRICE, G. W.; ARNOLD, P. Evaluation of an aerobic composting process for the management of Specified Risk Materials (SRM). *Journal of Hazardous Materials*, 35: 260-266, 2012.
- ZHANG, Y.; LASHERMES, G.; HOUOT, S.; DOUBLET, J. P.; STEYER, Y. G.; ZHU, Y. G.; BARRIUSO, E.;