

COMPOSTAGEM COM AERAÇÃO FORÇADA COMO ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS PELA AGROINDÚSTRIA CONSERVEIRA

FORCED AERATION COMPOSTAGE AS AN ALTERNATIVE OF VALORIZATION OF THE FOOD CONSERVING AGROINDUSTRY RESIDUES

André Luiz Kulkamp de Souza¹, Leo Rufatto², Vagner Brasil Costa³, Andrea De Rossi Rufatto⁴, Fabiano Simões⁵

RESUMO

A indústria de conservas tem grande importância na economia da região de Pelotas, RS, produzindo um grande volume de resíduos orgânicos que não possuem um fim adequado. O trabalho objetivou encontrar uma alternativa a esse problema através da compostagem dos produtos oriundos dessa atividade para que esses sejam reutilizados como adubo orgânico. O trabalho foi desenvolvido em uma agroindústria de Pelotas, onde montaram-se duas baterias de reatores de compostagem com um sistema de aeração forçada e controle de temperatura para a preparação do composto. Foram testadas combinações de materiais orgânicos, utilizando-se os resíduos originados da indústria conserveira, associados à material rico em carbono. Durante o processo foram avaliadas a evolução da temperatura interna, a evolução do pH, a determinação dos componentes químicos, a relação carbono/nitrogênio e a identificação de fungos presentes no composto. Foi possível constatar que o produto gerado é viável como substituto de parte da adubação química de um pomar, reduzindo-se com isso o custo de produção.

Palavras-chave: adubação orgânica; microrganismos; créditos de carbono; reaproveitamento; resíduos agroindustriais

ABSTRACT

The canning industry has a great importance on the economy of Pelotas, RS, resulting into a large volume of organic waste, which does not have a specific destination. The project is a search for an alternative to this problem through the composting of products from this activity in order that it can be reused as an organic fertilizer. This project was conducted at an agroindustry in Pelotas, where it was realized two reactor's of tanks with an forced aeration system and temperature control. For the preparation of the compost was tested combinations of organic materials originated from the canning industry wastes and materials rich in carbon. During the process, several parameters were evaluated such as the evolution of the internal temperature through the process of composting, changing of pH, determination of the chemical components, relation of carbon / nitrogen and the identification of fungi presented in the compost. It was possible to verify that the product produced is viable as a substitute for the chemical fertilizer part of an

orchard of fruits, so that the reducing the cost of production is also possible.

Key words: organic fertilization; microorganism; carbon credit; reuse; agroindustries waste

INTRODUÇÃO

O crescimento da atividade agropecuária pode ser comparado ao acúmulo de resíduos oriundos desta atividade. Assim, a atividade agroindustrial que antigamente era vista como uma forma de salvação da agricultura pela rápida transformação dos produtos agrícolas em produtos para a sociedade de um modo geral, hoje massifica a sua produção e acumula grandes volumes de resíduos. Estes resíduos eram, antigamente, consumidos pela natureza, porém esta passou a não dar conta de reciclar os subprodutos lançados em rios, córregos ou simplesmente depositados nas propriedades agrícolas, causando grande impacto ambiental.

Em função da grande atividade da indústria conserveira na região, a produção de resíduos oriundos de seus produtos pela empresa onde o projeto foi realizado chega a 10 mil toneladas anuais; resíduos estes descartados em aterros ou destinados para a alimentação de animais sem o correto tratamento. Outro ponto importante é a significativa despesa que esta mesma empresa tem com o subsídio de adubos químicos aos seus fornecedores para alavancar a produção de matéria-prima.

Com o aumento dos preços dos adubos químicos, a compostagem vem ao encontro das necessidades de redução do custo de produção com ingresso de energia externa a propriedade.

Deste modo, a compostagem passa a ser uma alternativa viável para minimizar ou resolver o problema de geração de resíduos na agroindústria, com a poluição do ambiente e também, a possível economia com a disponibilização de composto de "qualidade" em substituição ao adubo químico.

Resíduos de agroindústrias são recursos orgânicos em potencial para realização de compostagem e consequentemente adubação devido a sua riqueza em nutrientes, melhorando as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, refletindo em aumento da produtividade das culturas (SHARMA, 1997).

¹ Eng. Agr., Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFPel, andreluizks@yahoo.com.br.

² Eng. Agr., Dr., Professor, CAV/ UDESC, leoruffato@yahoo.com.br.

³ Eng. Agr., Doutorando, PPGA/UFPel, vagnerbrasil@gmail.com.

⁴ Eng^a Agr^a, Dr., Professor, Fitotecnia/FAEM/UFPel, andrea.rossi@ufpel.edu.br.

⁵ Eng. Agr., Doutorando, UFPel, simoes.f@gmail.com.

(Recebido para publicação em 19/08/2009, aprovado em 27/10/2009)

Segundo D'Almeida *et al.* (2000), a compostagem é efetuada em 4 fases distintas: a primeira, quando há o início da decomposição da matéria orgânica, a segunda, onde ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, a terceira, quando ocorre o resfriamento e a quarta, onde é acontece a cura, maturação ou humificação e a mineralização do composto.

Como a atividade microbiana ocorre normalmente na superfície das partículas, quanto menor o tamanho das partículas, maior a superfície ativa do material, maior a atividade microbiana e maior a taxa de decomposição. Partículas muito pequenas propiciam à compactação, inibindo a circulação de ar, diminuindo a disponibilidade de oxigênio para os microrganismos e com isso diminuindo a atividade microbiana (FIALHO *et al.*, 2005).

A compostagem com aeração forçada é vista como uma alternativa ao método tradicional de revolvimento das leivas. Segundo Tiquia *et al.* (1998) a eficiência de ambos sistemas são similares, atingindo a maturidade ao mesmo tempo e possuindo variação física química e microbiológica semelhantes, além de o requerimento de energia para a realização de compostagem com aeração forçada é modesto em comparação com o custo de mão de obra no método de revolvimento manual. Cayuela *et al.* (2006) testando a eficiência dos dois métodos sobre resíduos de azeitonas chegou a conclusão que ambos são semelhantes do ponto de vista agrícola.

A relação C/N é um dos mais importantes fatores que afetam o processo de compostagem, sendo que considera-se relação C/N de 25 a 30 como ótima para o início do processo (FONG *et al.*, 1999). Zhu *et al.* (2004) obteve sucesso na

compostagem de esterco de suíno e casca de arroz em relação C/N de 25 usando diferentes sistemas de aeração.

A transformação do resíduo da agroindústria em composto de qualidade pode resultar em um avanço em nível regional no gerenciamento de seus resíduos e também permite buscar linhas de financiamento para construção de uma planta industrial de compostagem, como existe em vários países da Comunidade Européia.

O objetivo do trabalho é determinar uma metodologia de compostagem aeróbica com resíduos oriundos da agroindústria de conservas, transformando-os em um produto estável e de qualidade para utilização agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido nas dependências de uma empresa conserveira, no município de Pelotas, RS, em uma parceria com a Universidade Federal de Pelotas, Universidade Estadual de Santa Catarina e com a colaboração da Embrapa Clima Temperado. As análises laboratoriais e os testes dos compostos obtidos foram realizados nas dependências da Universidade Federal de Pelotas.

Para a execução do trabalho foram montadas duas baterias de reatores de compostagem, sendo a primeira composta por quatro reatores plásticos com capacidade de 200 litros cada (Figura 1). A segunda consistiu-se de um reator com capacidade volumétrica de 1000 litros. Na parte inferior destes reatores foi adaptado um sistema de aeração onde o ar era forçado a passar entre o material a ser compostado.



Figura 1 - Visão Lateral de reatores de compostagem. Pelotas-RS, 2009

Para o controle dos períodos de aeração foram instalados sensores de temperatura nos reatores, conectados a termostatos que controlavam o acionamento do aerador quando a temperatura do material ultrapassava 55 a 60°C, que insuflava ar na parte inferior dos recipientes forçando o ar a passar na massa em compostagem, mantendo a temperatura constante. O efluente gerado pelo composto foi coletado em um tonel e utilizado para posterior umidificação do mesmo, de modo a manter a umidade em torno de 40%.

Para que os odores oriundos da reação não fossem lançados diretamente a atmosfera, o ar que saía dos tonéis sofria um tratamento, que consistia na sua passagem por um filtro de casca de eucalipto umedecida.

Para o preparo dos tratamentos, foram utilizados resíduos da indústria conserveira, homogeneizados com tamanho em torno de dois centímetros, através de triturador, visando acelerar o processo de decomposição.

Na manutenção da umidade do resíduo entre 40 a 60%, foi adicionado material rico em carbono e com baixo teor de umidade (casca de arroz e a serragem grossa de madeira). A escolha destes dois materiais se deu em função de sua grande disponibilidade na região.

Como as agroindústrias da região processam ao longo do ano diferentes frutas e hortaliças, a escolha dos resíduos foi baseada na sua disponibilidade, visando a não interrupção do processo durante o ano.

Segundo Fialho *et al.* (2005) os materiais utilizados apresentam as seguintes relações C/N: Maravalha – 100; casca de arroz - 80 e restos de frutas 35.

Os tratamentos empregados nos reatores com capacidade volumétrica de 200 litros foram:

Tratamento 1 – Resíduos de repolho, pepino, cenoura e batata associada à casca de arroz na proporção de 2,8:1. A relação C/N inicial foi de 50,6. O material permaneceu em compostagem por 80 dias.

Tratamento 2 – Resíduos de repolho e serragem grossa de madeira na proporção de 2,8:1. A relação C/N inicial foi de 58. O material permaneceu em compostagem por 80 dias.

Tratamento 3 – Resíduos de pepino, cenoura e batata e casca de arroz na proporção de 3,5:1. A relação C/N inicial foi de 47,8. O material permaneceu em compostagem por 60 dias.

Tratamento 4 - Resíduos de cenoura, pimentão e pepino e serragem grossa de madeira na proporção de 1,7:1. A relação C/N inicial foi de 72,9. O material permaneceu em compostagem pelo período de 60 dias.

Tratamento 5 – Resíduo de beterraba e ervilha e mistura de serragem grossa de madeira (quatro partes) e casca de arroz (uma parte) na proporção de 1,7:1. A relação C/N inicial foi de 59,7. O material permaneceu em compostagem por 52 dias.

No reator de compostagem de 1000 litros foi testada a mistura de beterraba e ervilha com serragem grossa de madeira (quatro partes) e casca de arroz (uma parte) na proporção de 1,7:1. A relação C/N inicial foi de 59,7. O material permaneceu em compostagem pelo período de 52 dias.

Devido à alta relação C/N do material a ser compostado optou-se pela adição em todos os tratamentos de uréia na proporção de 100g m⁻³ de material, para a melhoria dessa relação, aproximando-a da ideal para o início do processo.

Para o término da compostagem levou-se em conta a estabilização do pH do composto e umidade da massa compostada de 40%, verificando ainda a ausência de odores.

As variáveis analisadas durante a execução do experimento foram: evoluções da temperatura interna e pH do composto durante o processo de compostagem, determinação de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e relação carbono/nitrogênio.

Para a realização do monitoramento da temperatura foram realizadas leituras de 2 a 3 vezes por semana em diferentes profundidades através da introdução da sonda por uma abertura localizada na parte superior do mesmo. As

medições de pH foram realizadas semanalmente com o emprego de 50 gramas de composto, acrescidos de 50 gramas de água destilada que foram homogeneizados por 30 segundos e feito a leitura com peagômetro digital. A determinação dos macronutrientes e relação C/N foi realizada pelo laboratório de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, através de amostras de 500 gramas coletadas de cada um dos tratamentos.

Delineamento estatístico dos tratamentos consistiu em inteiramente casualizados, com três repetições, a análise estatística adotada foi a de comparação de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função de problemas na textura do tratamento 3, descartou-se o mesmo, pois não permitia a passagem de ar pela massa a ser compostada, propiciando a anaerobiose e resultando em um composto fora dos padrões necessários.

Na fase inicial do projeto, as misturas foram realizadas com proporção maior de resíduos da agroindústria em relação à serragem grossa de madeira e casca de arroz, porém com o desenvolvimento dos experimentos, constatou-se que o aumento da quantidade de material rico em carbono promovia ganho em qualidade no composto, devido a sua característica de absorver umidade e fornecer porosidade adequada para o processo (BHAMIDIMARRI & PANDEY, 1996, apud NUNES, 2003).

O acréscimo de uréia, realizado para melhorar a relação C/N, desencadeou em um considerável aumento da temperatura no interior dos recipientes, fazendo com que fosse reduzido o tempo de compostagem. A uréia melhorou as condições para o desenvolvimento de microrganismos promotores da compostagem, pois permitiu que a mistura atingisse relação C/N adequada para o início do processo de compostagem, que de acordo com Pereira Neto (1996), Oliveira (2000), Kiehl (2002) e Zhu (2005) é de aproximadamente 30/1. Os compostos apresentaram relação C/N variando entre 18:1 e 39:1 (Tabela 1 e 2). Jimenez e Garcia (1989) citam que, devido às diferenças de composto para composto, não se pode dizer, com certeza, que uma relação final C/N igual a 20 não indique um composto bioestabilizado ou que uma relação C/N de 10 significa um composto bioestabilizado.

Tabela 1 - Análise química do composto, pH, relação C/N dos diferentes tratamentos realizados nos reatores de 200 litros. Pelotas, 2009

Composto	pH	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
Tratamento 1	7,44	34:01	486,57	14,28	1,99	8,32	7,45	2,91
Tratamento 2	7,15	39:01	460,15	11,75	1,45	8,07	7,19	2,58
Tratamento 4	6.48	37:01	360.85	9.84	1.32	7.21	3.24	1.19
Tratamento 5	6.71	26:01	345.39	13.06	1.52	7.38	3.24	1.29

Tabela 2 - Análise química do composto, pH, relação C/N realizado no reator de 1000 litros. Pelotas, 2009

Composto	pH	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
Tratamento 6	6.82	18:01	500.51	27.15	4.73	12.69	4.94	2.51

Durante o processo de compostagem a temperatura no interior dos recipientes variou em função do tempo. Nas primeiras semanas, de modo geral, a temperatura foi mais elevada em todos os tratamentos, com tendência à redução durante a fase final de compostagem, resultado também obtido por Nascimento (2008). No início do processo de compostagem, os resíduos apresentam temperatura próxima à do ambiente (psicrofílica) e com ligeira acidez (pH em torno de 5,5). Os organismos mesofílicos, conforme vão se multiplicando, promovem a elevação rápida da temperatura. Posteriormente ocorre a degradação da matéria orgânica por organismos aeróbios termofílicos, bactérias termofílicas, fungos e actinomicetos que se multiplicam até a temperatura atingir 55° a 60°C quando iniciam o ataque aos polissacarídeos, como

hemicelulose e proteínas. Nesta fase, o pH da massa também se eleva (em torno de 7,5), podendo haver liberação de amônia, em forma gasosa, quando há disponibilidade de nitrogênio (RAMEH,1981).

Quando se realiza análise individualizada dos tratamentos, observa-se que nos tratamentos 1, 2 e 4, a temperatura ficou abaixo da ideal; no tratamento 5 houve aceleração no processo, verificando temperaturas mais elevadas principalmente nas primeiras semanas de compostagem (Figura 2). Esse aumento na temperatura deveu-se a melhor relação C/N inicial da mistura, possibilitando uma melhor condição para a atuação de microorganismos.

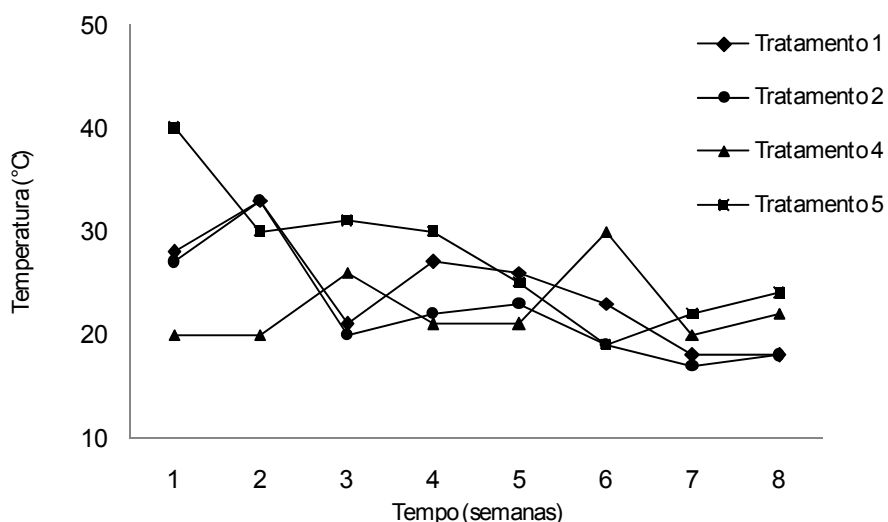


Figura 2 - Evolução da temperatura (°C) do composto nos diferentes tratamentos, nas primeiras oito semanas de compostagem. Pelotas-RS, 2009

No reator com capacidade de 1000 litros, conforme a Figura 3 pode-se observar que a temperatura não foi uniforme no interior do recipiente, variando conforme a posição de leitura. A maior temperatura ocorreu na parte superficial central (a 5cm de profundidade), provavelmente devido ao acúmulo de calor vindo das partes inferiores do recipiente. A

temperatura neste reator apresentou-se mais elevada que os demais, podendo ser explicada pela maior massa de material a ser compostado. Kiehl (1985) comenta que pilhas altas se aquecem mais e que pilhas baixas perdem calor mais facilmente ou nem se aquecem o suficiente.

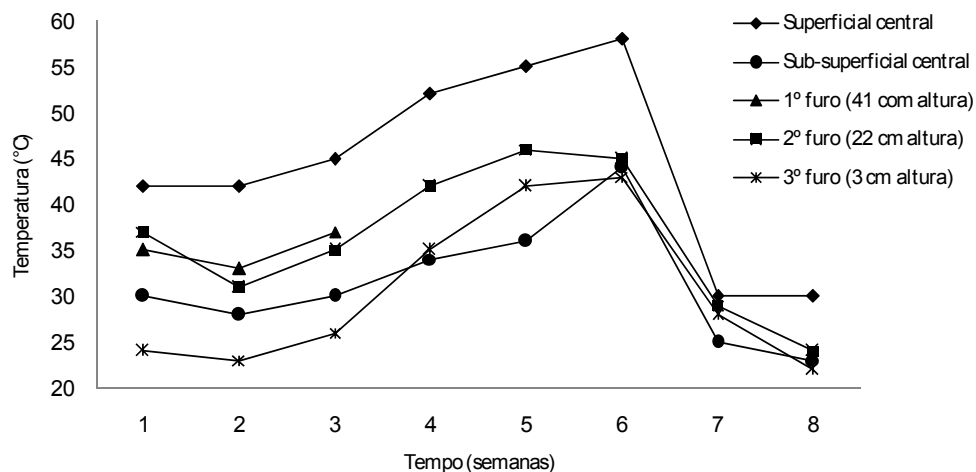


Figura 3 - Evolução da temperatura (°C) do composto em diferentes pontos do reator de 1000 litros nas primeiras oito semanas de compostagem. Pelotas-RS, 2009

Com o intuito de manter a temperatura em torno de 60°C durante o processo por período mais longo possível (de 10 a 15 dias), a fim de obter o desenvolvimento de uma população de microrganismos diversificada, aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica, ação para a eliminação de microrganismos patogênicos, e eliminação de sementes de ervas daninhas, ovos de parasitas, larvas de insetos, etc. foi injetado ar forçado no composto fazendo com que a temperatura interna não ultrapasse os 60°C, já que acima dessa temperatura os fungos termofílicos morrem e a degradação biológica é mantida pelas bactérias e pelos actinomicetos, retardando o período de compostagem, além de interferir na qualidade do composto (PEREIRA NETO, 1989).

O comportamento observado do pH durante o processo de compostagem foi o mesmo entre os tratamentos

apresentando curva característica a qual inicia em valores ácidos, alcançando a alcalinidade com o decorrer do processo, sendo que quando pronto, o composto de todos os tratamentos tenderam a neutralidade (Figura 4 e 5). Esse resultado vai de encontro a Rameh (1981) que constatou que na fase inicial da compostagem, a acidez do material tende a aumentar em virtude da formação de ácidos orgânicos, atingindo pH próximo de 4,5. Durante a compostagem, o pH tende a ficar na faixa alcalina, variando de 7,5 a 9,0; sendo na fase final em torno de 7,0. O composto está de acordo com os padrões da Legislação Brasileira que considera valor mínimo de 6,0 com tolerância até 5,4 (ABNT, 2004). De acordo com Kiehl (1985), os valores abaixo de 6,0 são indesejáveis, entre 6,0 e 7,5 bons e acima de 7,5 ótimos.

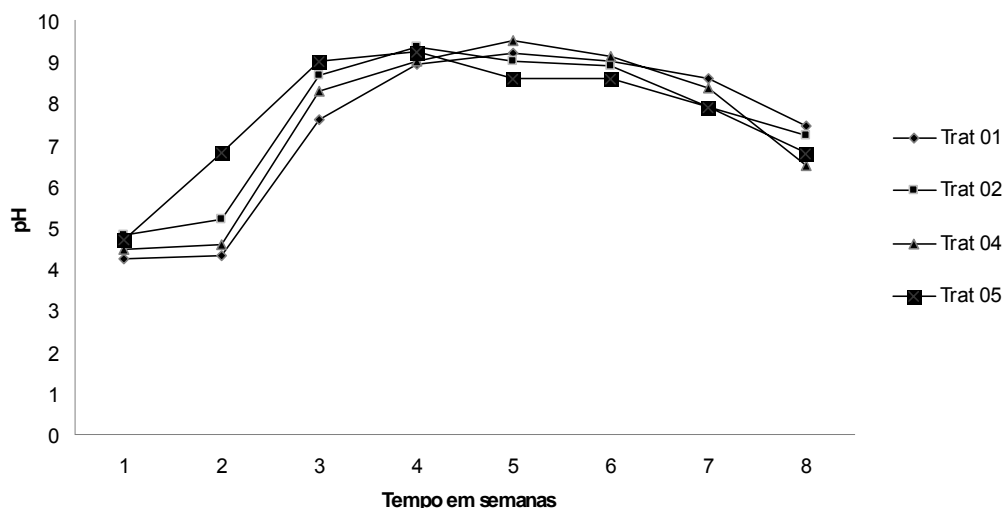


Figura 4 - Evolução do pH do composto em cada tratamento durante o período de compostagem. Pelotas-RS, 2009

No reator com capacidade de 1000 litros o comportamento foi semelhante aos demais tratamentos, resultando em um composto com pH 6,9 no final do processo.

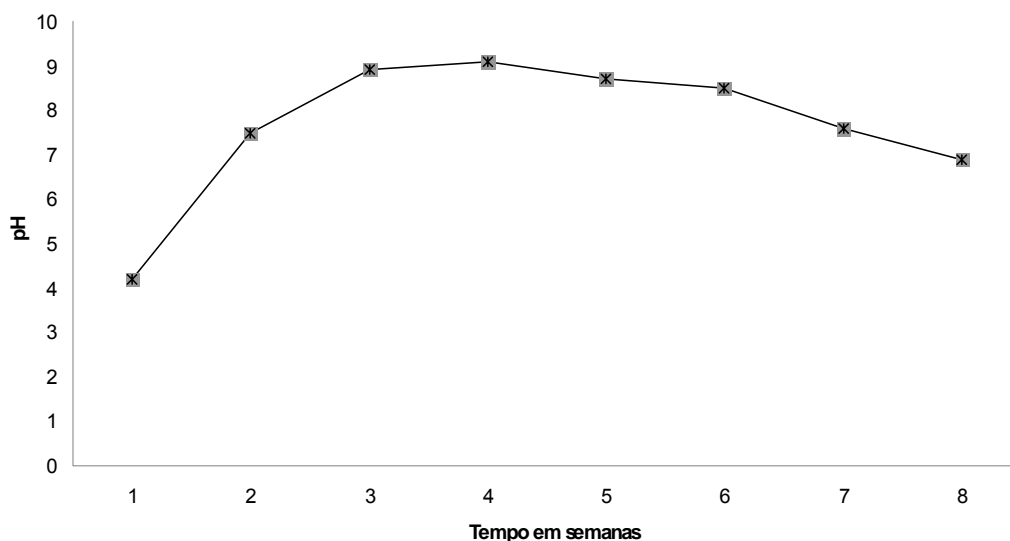


Figura 5 - Evolução do pH do composto no reator com capacidade volumétrica de 1000 litros durante o período de compostagem. Pelotas-RS, 2009

Foi individualizado o fungo do gênero *Trichoderma* nas camadas inferiores dos recipientes. Esse microrganismo é não-patogênico e utilizado no controle biológico, é um fungo saprófita e hiperparasita que também atua produzindo enzimas extracelulares e antibióticos, o que eleva sua capacidade competitiva e eficiência (MELO *et al.*, 2005). *Trichoderma* spp. é um promissor agente de biocontrole. Segundo Melo (1998), *Trichoderma* spp. é um fungo natural do solo encontrado especialmente em solos orgânicos, que pode viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos. Resende *et al.* (2004) constatou que sementes de milho inoculadas com o *Trichoderma harzianum* resultaram em plantas com maior acúmulo de matéria seca nas raízes.

Como o interesse principal do trabalho não é definir o melhor resíduo a ser utilizado, mas sim utilizar todos os resíduos disponíveis pelas agroindústrias transformando-os em composto para ser utilizado pelos produtores parceiros, constatou-se que é de fundamental importância ajustar a relação C/N inicial de acordo com cada mistura, proporcionando com isso um produto que atenda a legislação e contribua para o sucesso da atividade.

Levando-se em consideração a análise dos componentes químicos do composto e de acordo com as normas da Produção Integrada de Pêssego em relação a níveis máximos de nitrogênio, fósforo e potássio, onde observamos a recomendação da quantidade de composto oriundo do reator de 1000 litros, em quilogramas por hectare, que pode ser aplicada em substituição a adubação química.

Considerando um pomar no qual será utilizada adubação máxima permitida pela Produção Integrada de Pêssego (FACHINELLO *et al.*, 2003), com a aplicação de 2,5 toneladas de composto do tratamento 6, por hectare se atinge o valor de 100% de fósforo, 42,4% do valor do nitrogênio e 35% do potássio, reduzindo sensivelmente o custo com a adubação química do pomar (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009).

A substituição da adubação química por composto garante a redução do aporte de fertilizantes inorgânicos e o aumento de fertilizantes orgânicos. Em estudos recentes, foi confirmado que os adubos orgânicos melhoram a qualidade organoléptica de frutas, em comparação com adubos químicos. A substituição dos fertilizantes inorgânicos por orgânicos reduzir indiretamente a energia necessária para gerar os adubos químicos, como no caso da uréia, amplamente utilizada como fonte de nitrogênio em pomares e lavouras, que fornecem a matéria prima para a indústria. Com a utilização dos resíduos para compostagem, se reduz proporcionalmente a contaminação ambiental causada pelo despejo destes resíduos diretamente em aterros ou depósitos inapropriados.

CONCLUSÕES

O emprego de reatores de maior capacidade possibilita melhor relação C/N e conseqüentemente a manutenção da temperatura dentro da massa de compostagem, com melhora significativa no produto gerado.

O composto com os resíduos da agroindústria conserveira é viável como substituto de parte da adubação química de um pomar, reduzindo com isso o custo de produção.

Com a compostagem com resíduo da agroindústria de alimentos é possível produzir o fungo trichoderma como subproduto do processo.

As misturas de serragem grossa e casca de arroz na proporção de 4:1, com 1,7 partes de resíduos da agroindústria

reduzem o tempo de obtenção do composto pelo método de aeração forçada em 28 dias em ambos os volumes estudados de reatores.

O tempo de permanência do material em compostagem nas condições do experimento é de 52 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007 – Amostragem de resíduos. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2004.

CAYUELA, M.L.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; ROIG, A. Evaluation of two different aeration systems for composting two-phase olive mill wastes. **Process Biochemistry**, v.41, p.616-623, 2006.

D'ALMEIDA, M.L.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2 ed., São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

FACHINELLO, J.C.; COUTINHO, E.F.; MARONDIN, G.A.B.; BOTTON, M.; MAY-DE-MIO, L.L. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de pêssego**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2003. 95p.

FIALHO, L.L.; SILVA, W.T.; MILORI, D.M.B.P.; SIMÕES, M.L.; NETO, L.M. **Monitoramento químico e físico do processo de compostagem de diferentes resíduos orgânicos**. Circular técnica Embrapa. São Carlos, novembro 2005.

FONG, M.; WONG, J.W.C.; WONG, M.H. Review on evaluation of compost maturity and stability of solid waste. **Shanghai Environ. Sci.**, v.18, n.2, p.91-93, 1999.

JIMENEZ, E.I; GARCIA, V.P. Evaluation of city refuse compost maturity: a review. **Biological Wastes**, n.27, p.115-142, 1989.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1985.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: [s.ed.], 2002, 171p.

MELO, I.S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (org.) Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. Cap. 9. 388p. (EMBRAPA-CNPDA. Documentos,15). Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA, 1998, v.1, cap.1, 262p.

MELO, I.S.; COSTA, F.G. **Desenvolvimento de uma formulação granulada a base de *Trichoderma harzianum* para controle de fitopatógenos**. Jaguariúna, SP. Agosto de 2005. (Comunicado Técnico 31 - EMBRAPA).

NASCIMENTO, J.S. **Compostagem**. Disponível em: <<http://ib.ufpel.edu.br/compostagem.pdf>>. Acesso em: 28 de set. 2008.

NUNES, M.L. *Appendino*. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos**.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 101f. 2003.

OLIVEIRA, S. **Compostagem**: vermicompostagem. Botucatu: UNESP/FCA, Departamento de Ciências Ambientais, 2000 (Apostila).

PEREIRA NETO, J.T. **Conceitos modernos de compostagem. Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, abr/jun 1989.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996, 56p.

RAMEH, C.A.S. Projeto de uma usina de compostagem. **Engenharia Sanitária**, v.2, p.201-203, 1981.

RESENDE, M.L.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES R.M.; PINHO, R.G.V.; VIEIRA, A.R. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.793-798, jul./ago., 2004.

SHARMA, V.K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, G. Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: review. **Energy Conser. Manag.**, v.38, p.453-478, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed., Porto Alegre: SBSC/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 2004. 394p.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y. Composting of spent pig litter in turned and forced-aerated piles. **Environmental Pollution**, v.99, Issue 3, p.329-337, 1998.

ZHU, N.; Deng, C.; XIONG, Y.; QIAN, H. Performance characteristics of three aeration systems in the swine manure composting. **Bioresour. Technol.**, v.95, p.319-326, 2004.

ZHU, N. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. **Bioresource Technology**, v.98, p.9-13, 2005.