



**Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

## **Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi**

*Chemical features and microbiological evaluation of different stages of maturing of Bokashi biofertilizer*

**Flaviane Eva Magrini<sup>1</sup>, Valdirene Camatti-Sartori<sup>1</sup>, Raquel Finkler<sup>2</sup>, Jaqueline Torves<sup>2</sup>, Leandro Venturin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Caxias do Sul (UCS) – Instituto de Biotecnologia – Laboratório de Controle Biológico de Doenças de Plantas. Caxias do Sul, RS, CEP: 95070-560. E-mail: flavimagrini@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade de Caxias do Sul (UCS) – Instituto de Biotecnologia – Laboratório de Saneamento Ambiental (LASAN).

<sup>3</sup>Centro Ecológico Serra, Ipê, RS.

Recebido em: 09/06/2009

Aceito em: 10/06/2011

**Resumo.** O uso de biofertilizantes é uma das alternativas que vêm sendo testada e adotada na agricultura, a fim de reduzir o uso de produtos químicos como forma de reaproveitamento de resíduos da propriedade. O objetivo deste trabalho foi analisar a concentração de N, P, K, Fe, Zn, Mg e Ca e a microbiota fúngica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. As amostras foram avaliadas aos 15, 30, 60 e 85 dias de maturação. A partir da análise das amostras observou-se que a maioria dos nutrientes avaliados tiveram seu valor mais expressivo aos 60 dias de maturação da compostagem. Os fungos identificados pertencem a diferentes gêneros, destacando-se a presença de *Aspergillus* sp., *Dactylium* sp. e *Rhizopus* sp. na fase final de maturação do composto. Os resultados demonstram que ocorreram variações na concentração dos nutrientes e nas populações de microrganismos do biofertilizante avaliado, demonstrando uma intensa atividade biológica no composto com a liberação de diversos nutrientes para o meio.

**Palavras-chave.** Compostagem, microrganismos, características químicas.

**Abstract.** The use of biofertilizers is one of the alternatives that are being tested and adopted in agriculture, to reduce the use of chemicals as a way to reuse waste property. The objective of this study was to analyze the concentration of N, P, Fe, Zn, Mg e Ca and fungal microbiota in different stages of maturation of Bokashi biofertilizer. The samples were evaluated at 15, 30, 60 and 85 days of maturation. From the analysis of samples noticed that most nutrients had its most expressive value at 60 days of maturity of composting. The fungi identified belong to different genera, especially the presence of *Aspergillus* sp., *Dactylium* sp. and *Rhizopus* sp. in the final stage of maturation of the compost. The results demonstrate that variations occurred in the concentration of nutrients and populations of microorganisms in biofertilizer evaluated, demonstrating an intense biological activity in the compound with the release of various nutrients to the environment.

**Keywords.** Composting, microorganisms, nutrients.

### **Introdução**

A utilização de compostagem ou biofertilizante é uma das formas mais antigas de reciclagem de resíduos orgânicos utilizados na propriedade agrícola, tendo seus primeiros registros a mais de 2000 anos na China. O emprego dos biofertilizantes no Brasil foi iniciado na década de 90, para o controle de doenças,

pragas, suprimento nutricional via aplicação foliar e até como ativador do crescimento de plantas (Santos, 1992). Os biofertilizantes são compostos resultantes da fermentação de matéria orgânica de origem animal, resíduos de colheita em geral, rochas moídas, melaço e leite na presença ou ausência de oxigênio em um recipiente chamado biodigestor. O resultado desse processo é um



sistema de duas fases, uma sólida, usada como adubo orgânico, e outra líquida, como adubo foliar para o controle de doenças e pragas (Bettiol et al., 1998). Os biofertilizantes são compostos bioativos, resíduo final da fermentação de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microrganismos. Esses compostos são ricos em enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos (Medeiros, 2006). Uma das principais características dos biofertilizantes é a presença de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos como hormônios e antibióticos (Bettiol et al., 1998), os quais produzem maior proteção e induzem resistência às plantas contra ataque de agentes externos.

A conversão de matéria orgânica bruta ao estado de composto orgânico é um processo microbiológico, no qual uma variada população de microrganismos desencadeia uma série de reações bioquímicas oxidativas. Os principais grupos de microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica são as bactérias e os fungos (Gomes & Pacheco, 1988). Como resultado dessa intensa digestão de matéria orgânica por esses organismos, haverá a liberação de elementos químicos, os quais deixam a forma orgânica, dita imobilizada, para passarem à forma de nutrientes minerais, chamada mineralizada, disponível às plantas (Kiehl, 1985). O processo de compostagem é marcado por uma contínua mudança das espécies de microrganismos envolvidos devido à contínua mudança nas condições ambientais (Miller, 1992).

A decomposição da matéria orgânica para a formação do composto envolve a participação de uma grande variedade de gêneros de fungos. Estes fungos produzem enzimas extracelulares que degradam a celulose presente no resíduo orgânico, convertendo-a em metabólitos assimiláveis e tornando-os disponíveis às plantas.

Não existe fórmula padrão para a produção de biofertilizantes, receitas variadas vêm sendo testadas e adaptadas por agricultores para diversas finalidades, sendo de fácil preparação e o agricultor pode fazer na própria residência, tornando-se um produto de baixo custo para o produtor rural.

O Bokashi é um composto orgânico

desenvolvido e adaptado por Teruo Higa, da Universidade de Ryukyus (Okinawa, Japão) em 1980. Foi trazido para o Brasil pela Fundação Mokiti Okada, onde já é bem difundido principalmente entre os agricultores nipobrasileiros e entre os praticantes da agricultura orgânica. O Bokashi é um composto de materiais orgânicos farelados, a fermentação é obtida utilizando-se como inóculo fermento, material de serrapilheira, rica em microrganismos como bactérias, leveduras, actinomicetos e outros ocorrentes naturalmente no ambiente (Camatti-Sartori et al., 2011). Na confecção do Bokashi esses microrganismos agem sobre a matéria orgânica fermentado-a ocorrendo produção de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas, aminoácidos e polissacarídeos interessantes ao desenvolvimento vegetal (Higa & Wididana, 1991), submetidos a processos fermentativos controlados. A fermentação é predominantemente do tipo láctica, mas ocorrem também os tipos acético, alcoólico, propiônico e butírico, dentre outros.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a concentração dos nutrientes N, P, K, Fe, Zn, Mg e Ca e a microbiota fúngica em quatro fases de maturação do biofertilizante Bokashi.

### **Material e Métodos**

O biofertilizante Bokashi foi produzido por um grupo de agricultores ecológicos do município de Torres (RS). As amostras foram avaliadas no Instituto de Biotecnologia, no Laboratório de Controle Biológico de Doenças de Plantas, Laboratório de Saneamento Ambiental e na Central Analítica da Universidade de Caxias do Sul.

O processo de maturação do composto Bokashi iniciou em julho de 2008 com término em outubro de 2008. Durante esse período foram feitas quatro amostragens, sendo a primeira aos 15, 30, 60 e 85 dias de maturação.

De cada amostra foram preparadas suspensões nas concentrações de  $1/10^{-1}$ ,  $1/10^{-2}$ ,  $1/10^{-3}$ , sendo 0,1g do composto em 10 mL de solução salina, conforme Fidalgo (1989). Após, alíquotas de 100  $\mu$ L de cada amostra diluída foi espalhada sobre a superfície do meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), em placas de Petri,



com três repetições. As placas foram vedadas e permaneceram à 28°C durante o período de quatro à sete dias, para posterior análise da microbiota fúngica.

A identificação dos fungos filamentosos isolados foi baseada na morfologia das colônias desenvolvidas, sendo utilizado o método de cultura em lâmina lamínula de acordo com Kern & Blevins (1999). Para a classificação dos fungos até o nível de gênero foram utilizadas Chaves Taxonômicas (Barnett & Hunter, 1972).

As análises de P e N seguiram a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). As análises de K, Fe, Zn, Ca e Mg foram feitas pelo método 3050B proposto pela EPA "Environmental Protection Agency". Os dados foram submetidos à análise de variância comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software SPSS 18.0.

### Resultados e Discussão

No biofertilizante avaliado, observou-se aumento na concentração dos elementos K, Mg, Ca e Fe principalmente nas amostras 1, 2 e 3. Na amostra 4 os valores foram menores para alguns nutrientes (Tabela 1), demonstrando que ocorreu uma maior liberação de nutrientes com a degradação da matéria orgânica no composto com 60 dias. Para o macronutriente P os valores continuaram aumentando mesmo na última amostra, e para o micronutriente Zn, ocorreu uma queda na amostra 3 e um aumento na 4 mas sem diferença significativa, evidenciando que no composto de 85 dias ainda há degradação de matéria orgânica com a liberação de alguns elementos. Já o N, apresentou tendência nítida de decréscimo em seus teores, diminuindo a partir da amostra 2 e mantendo-se constante até o final da avaliação, provavelmente por que o N é perdido mais rapidamente que os outros elementos.

**Tabela 1.** Concentração de macro e micronutrientes em diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi.

Elemento	Amostra			
	1 15 dias	2 30 dias	3 60 dias	4 85 dias
		(g/Kg)		
P	3,00c*	3,50c	6,00b	8,00a
K	2,09c	6,41b	8,27b	6,53b
Fe	5,42b	10,19a	11,11a	10,76a
Zn	0,13c	0,71a	0,33bc	0,41b
Ca	16,49d	23,92c	54,93a	46,88b
Mg	4,57b	6,04b	13,73a	13,42a
		(%)		
N	0,52a	0,35b	0,35b	0,30b

\*Médias seguidas por letras distintas nas linhas são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Na avaliação das características químicas de um biofertilizante utilizado em uma horta agroecológica, Silva et al. (2007), observaram aumento da concentração de Mg e S com maior tempo de maturação do composto, já com os outros elementos não houve aumento nem decréscimo em seus teores.

No trabalho realizado por Sediya et al. (2008) observou-se, ao longo do período de fermentação de dejetos de suínos, elevação no teor dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S com o aumento do tempo de fermentação, onde as

maiores concentrações dos nutrientes ocorreram com 60 dias de fermentação, período semelhante àquele em que se deu a estabilização da temperatura indicando maturidade do esterco. Elad & Shtienberg (1994) verificaram variações na composição química de extrato aquoso de composto de gado, de galinha e de bagaceira de uva.

De acordo com os limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 23, Brasil (2005), os compostos apresentam valores acima dos valores mínimos exigidos para os elementos Mg, Ca, Fe,



P e N. Os teores de Zn e K estão abaixo dos valores mínimos recomendados e desta forma necessita de uma complementação com alguns minerais para suprir a necessidade de alguns elementos que se encontram com teores muito baixo.

Estes resultados indicam que as recomendações de doses de biofertilizante para aplicação, devem ser criteriosamente analisadas, pois se pode estar subestimando ou superestimando a quantidade usada e isso poderá ter implicações no resultado final dos cultivos.

De modo geral, os trabalhos não apresentam a composição química do produto final, mas por ser um produto fermentado e ter como base a matéria orgânica, possui em sua composição quase todos os elementos necessários para a nutrição das plantas (Bettiol et al., 1998).

Os resíduos orgânicos são eficazes para promover a adubação do solo e a nutrição das plantas ou mesmo para complementar a adubação mineral. Na preparação da compostagem orgânica os minerais que fazem parte da matéria orgânica fresca são de fácil absorção para as plantas e se eliminam os patógenos que poderiam estar na matéria orgânica fresca e causar dano ao cultivo.

A compostagem é um processo bio-oxidativo controlado, que em condições adequadas de umidade, produz a degradação de resíduos heterogêneos por ação de uma flora microbiana variada. Durante a compostagem, os

microrganismos degradam aerobicamente parte da fração orgânica a dióxido de carbono, água e sais minerais e outra parte sofre um processo de humificação resultando num composto estável que possui características apropriadas para a utilização como biofertilizante (De Bertoldi & Schnappinger, 2001).

Os fungos, por serem organismos heterotróficos, obtêm o carbono para a síntese celular a partir da matéria orgânica inanimada ou nutrindo-se como parasitas de hospedeiros vivos. Como saprófitas, decompõem resíduos complexos de plantas e animais, transformando-os em formas químicas mais simples, que retornam ao ambiente (Pelczar Jr. et al., 1996).

A microbiota fúngica do biofertilizante Bokashi (Tabela 2) é constituída de fungos filamentosos dematiáceos e não dematiáceos. Os fungos dematiáceos constituem um grupo grande e heterogêneo, cuja principal característica é a pigmentação escura da parede celular das células vegetativas e reprodutivas (Vicente, 2000).

Nas amostras analisadas, foi possível diagnosticar a presença dos gêneros mais comuns, como *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp. em todas amostras analisadas e *Penicillium* sp. nas amostras 1, 2 e 3. Resultado semelhante foi verificado por Aragão et al., (2001) ao isolarem amostras de compostagem de resíduos sólidos de frutas e verduras da CEASA.

**Tabela 2.** Gêneros de fungos isolados e identificados nas amostras de Bokashi em diferentes fases de maturação.

Gêneros de fungos	Amostras			
	1	2	3	4
<i>Aspergillus</i> sp.	X	X	X	X
<i>Cladosporium</i> sp.			X	
<i>Curvularia</i> sp.			X	
<i>Dactylium</i> sp.				X
<i>Fusarium</i> sp.		X	X	
<i>Mycelia sterilia</i>	X			
<i>Penicillium</i> sp.	X	X	X	
<i>Rizhopus</i> sp.	X	X	X	X



## Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

Somente na amostra 1 foi encontrado o hifomiceto *Mycelia sterilia* e nas amostras 2 e 3 observou-se a presença de alguns gêneros considerados fitopatogênicos, como *Fusarium* sp., que é considerado um gênero competidor saprofítico em solos, por isso, pode-se explicar os registros desse gênero e sua presença durante o processo de decomposição (Pugh & Willians, 1968), e o gênero *Curvularia* sp., onde muitas espécies são fitopatogênicas, sobretudo em gramíneas e em regiões de clima tropical subtropical, porém a maioria dos táxons deste gênero é conhecida como saprófita em diferentes substratos vegetais e no solo, podendo ainda ser isolada a partir do solo e do ar (Sivanesan, 1987).

O grupo de fungos identificados é constituído por saprófitos e decompositores de celulose, como o gênero *Penicillium* sp., já outros possuem capacidade de degradar açúcares simples, como o *Rhizopus* sp., e os gêneros *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp. possuem reconhecida capacidade de degradar celulose e lignina (Mason, 1980).

Segundo Roitman et al. (1991), existe uma grande diversidade de fungos encontrados no solo, mas alguns gêneros são mais comuns do que outros. Os gêneros mais frequentemente isolados do solo são: *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Aspergillus*, seguidos por *Rhizopus*, *Zygorhynchus*, *Fusarium*, *Cephalosporium* e *Verticillium*.

Desse modo, a atividade fúngica é amplamente responsável pela fertilidade do solo, tornando evidente sua contribuição na degradação da matéria orgânica, com a liberação de diversos compostos para o meio, contribuindo para a formação de compostos eficazes no processo de fertilização natural dos solos.

### Conclusões

No biofertilizante Bokashi as quantidades de macro e micronutrientes tiveram seu valor mais expressivo no composto com 60 dias de maturação. Os elementos Mg, Ca, Fe, P e N apresentam valores acima dos valores mínimos exigidos pela legislação, e os teores de Zn e K estão abaixo dos valores mínimos recomendados para fertilizantes orgânicos. Os gêneros de fungos fitopatogênicos *Fusarium* sp. e *Curvularia* sp.

identificados estiveram presentes somente na amostra com 60 dias de maturação, destacando-se a presença de *Aspergillus* sp., *Dactylium* sp. e *Rhizopus* sp. na fase final de maturação do composto.

### Agradecimentos

A Universidade de Caxias do Sul, ao Centro Ecológico Serra e Litoral e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

### Referências

ARAGÃO, J.M.S; SANTOS, S.M.; ARAÚJO, J.M. **Ocorrência de actinomicetos com atividade antifúngica em compostagem de resíduos sólidos**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, RS. Anais, p.1-6. 2001.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3ª ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 241p.1972.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 22p.1998.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Instrução Normativa nº 23**, 31 de agosto de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 06 de Nov. 2008.

CAMATTI-SARTORI, V. et al. Cartilha para agricultores: adubação verde e compostagem. Estratégias de manejo do solo para conservação das águas. Disponível em: <http://www.ucs.br/site/nucleos-pesquisa-e-inovacao-e-desenvolvimento/nucleos-de-inovacao-e-desenvolvimento/agricultura-sustentavel/cartilhas>. Acesso em: 11 de Agos. 2011.

DE BERTOLDI, M.; SCHNAPPINGER U. Designing composting plants with teamwork. **Biocycle**, v. 42, n.2, p.78-80, 2001.

ELAD, Y.; SHTIENBERG, D. Effect of compost



## **Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). **Crop Protection**, v.13, n.2, p. 109 – 114, 1994.

FIDALGO, O; BONONI, V.L.R. **Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 62p.1989.

GOMES, W.R.; PACHECO, E. **Composto orgânico**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988.11p. Boletim Técnico, 11.

HIGA, T.; WIDIDANA, G.N. **Changes in the soil microflora induced by effective microorganism**. In: International Conference on Kyusei Nature Farming, 1, Khon Kaen, 1989. Proceedings. Washington: Agricultural Research Service/USDA, p.153-162. 1991.

KERN, M.E.; BLEVINS, K.S. **Micologia Médica**. 2ª ed. São Paulo: Editora Premier, p.256. 1999.

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

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EDUSP, 63p.1980.

MEDEIROS, M.B.; LOPES, J.S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, p.24-26, 2006.

MILLER, F. C. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: Meeting, F. B. (Ed). **Soil Microbial Ecology**, v.18, p.515-543, 1992.

PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Makron Books, 521p. 1996.

PUGH, G.J.F.; WILLIAMS, G.M. Fungi associated with *Salsola kali*. **Transactions British Mycological Society**, London, v.51, n.3-4, p.389-396, 1968.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L.R.; AZEVEDO, J.L. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo:

Editora Manole., v.2, 126p. 1991.

SANTOS, A.C.V. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: Emater-Rio, 16p. 1992. Agropecuária Fluminense, 8.

SEDIYAMA, M.A.M; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W; PINTO, C.L.O.; SALGADO, L.T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.638-644, 2008.

SILVA, A.F., COELHO, A.I. DE I., RAMOS, J.B., SANTANA, L.M. DE, FRANÇA, C.R.R.S. Características químicas e aceitação de biofertilizante preparado e utilizado em horta agroecológica do Semi-Árido Nordeste. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.962-965, 2007.

SIVANESAN, A. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their telemorphs. **Micological Papers**, n. 158, p.1-261, 1987.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174p. 1995. Boletim técnico, 5.

VICENTE, V.A. **Isolamento e caracterização de fungos da cromoblastomicose**. São Paulo, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, 2000. 181 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola), Universidade de São Paulo, 2000.