

Compostos orgânicos fermentados tipo "bokashi" obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 98

**Compostos orgânicos
fermentados tipo “bokashi”
obtidos com diferentes materiais
de origem vegetal e diferentes
formas de inoculação visando sua
utilização no cultivo de hortaliças**

Eva Adriana G. de Oliveira
Raul de Lucena D. Ribeiro
Marco Antônio de A. Leal
José Guilherme M. Guerra
Ednaldo Silva Araújo
José Antônio A. Espíndola
Mayara dos Santos Rocha
Tawane Corrêa Bastos
Osmir Saiter

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.891-000, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.embrapa.br/agrobiologia

Comitê de Publicações

Presidente: Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Ednaldo da Silva Araújo, Janaina Ribeiro Costa Rouws,

Luc Felicianus Marie Rouws, Luís Cláudio Marques de Oliveira,

Luiz Fernando Duarte de Moraes, Marcia Reed Rodrigues Coelho,

Maria Elizabeth Fernandes Correia, Nátia Élen Auras

Supervisora editorial: Maria Elizabeth Fernandes Correia

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa: Nátia Élen Auras

1ª edição

1ª impressão (2014): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrobiologia

COMPOSTOS orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças. / Eva Adriana G. de Oliveira et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014. 28 p.(Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98).
ISSN: 1676-6709

1. Fertilizante orgânico. 2. Inoculante. 3. Adubação verde. I. Oliveira, Eva. Adriana G. de. II. Ribeiro, Raul de Lucena Duarte. III. Leal, Marco Antônio de Almeida Leal. IV. Guerra, José Guilherme Marinho. V. Araújo, Ednaldo da Silva. VI. Espindola, J. A. A. VII. Rocha, Mayara dos Santos. VIII. Bastos, Tawane Corrêa. XIX. Saiter, Osmir. X. Embrapa Agrobiologia. XI. Série.

CDD 23. ed. 631.74

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusões	23
Referências Bibliográficas	25

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

Eva Adriana G. de Oliveira¹; Raul de Lucena D. Ribeiro²; Marco Antônio de A. Leal³; José Guilherme M. Guerra³; Ednaldo Silva Araújo³; José Antônio A. Espíndola³; Mayara dos Santos Rocha⁴; Tawane Corrêa Bastos⁴; Osmir Saiter⁵

Resumo

A produção de hortaliças geralmente é realizada de forma intensiva, demandando a adição periódica de matéria orgânica. Os sistemas orgânicos de produção de hortaliças requerem a adição de adubos orgânicos com elevados teores e rápida disponibilização de N. A utilização de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” pode atender a estas demandas. Entretanto, as matérias-primas tradicionalmente utilizadas na sua produção, bem como o inoculante comercial EM₄[®], elevam o custo deste fertilizante, o que justifica a busca por materiais alternativos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades químicas e a capacidade de recuperação biológica do N de seis diferentes formulações biofermentadas do tipo “bokashi” obtidas a partir de materiais provenientes de resíduos agroindustriais

¹ Doutoranda do curso de pós-graduação em Fitotecnia, Inst. UFRRJ, bolsista CNPq. E-mail: evaadriana@ufrj.br.

² Professor associado do curso de pós-graduação em Fitotecnia, UFRRJ. E-mail: raulucena@gmail.com.

³ Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica-RJ. E-mails: marco.leal@embrapa.br, guilherme.guerra@embrapa.br; ednaldo.araujo@embrapa.br; jose.espindola@embrapa.br.

⁴ Discentes de graduação em Agronomia da UFRRJ, bolsista do CNPq. E-mail: may_ufrj@hotmail.com; tawanebastos@hotmail.com.

⁵ Mestrando do curso de pós-graduação em Agricultura Orgânica, UFRRJ. E-mail: osmirsaiter@hotmail.com.

ou da biomassa de espécies vegetais, inoculadas com EM₄[®], Kefir ou simplesmente água, visando sua utilização na produção de hortaliças. Observou-se que as formulações alternativas de compostos orgânicos fermentados tipo "bokashi" obtidas apresentam menores teores de N e menor velocidade de disponibilização do N do que a mistura tradicional, a base de farelo de trigo e torta de mamona. Estas características podem reduzir sua eficiência como fertilizante orgânico visando o fornecimento de N para culturas de ciclo curto e exigentes nesse nutriente, como é o caso de muitas hortaliças. A substituição do inoculante EM por Kefir, ou a não utilização de qualquer inoculante, mostrou-se viável, considerando-se os teores de N e a velocidade de disponibilização do N presente nos fertilizantes orgânicos produzidos.

The utilization of organic composts of the “bokashi” type obtained from different plant materials and different inoculant preparations in vegetable cultivation

Abstract

Horticultural crops are usually produced in an intensive way, demanding periodic addition of organic matter to the soil. Organically grown vegetables need the application of organic fertilizers with high N contents for the rapid mineralization of this nutrient. The utilization of fermented organic composts “bokashi” type may attend these demands. However, the raw materials traditionally used and the commercial inoculant EM₄[®] are required for their production increase the cost of the product, justifying the search for alternative materials. This study aimed at evaluating the chemical characteristics and the recuperation of N plants from six different bio-fermented formulations of the “bokashi” type obtained from residues of agro-industry or from biomass of plant species, using the inocula EM₄[®], Kefir or simply water, for utilization in vegetables production. It was observed that the alternative formulations of fermented organic compounds of the “bokashi” type presented lower N content and mineralization of this nutrient than the traditional formulation obtained from the mixture of wheat flour and castor-oil cake. This characteristic may reduce their efficiency as organic fertilizers when used to supply N for crops of short growing cycle such as vegetables. Replacement of the traditional inoculant EM₄[®] by Kefir, or even by water, has been viable, considering

the N content and velocity of availability of the evaluated fertilizers was unaffected by this substitution.

Keywords: Organic fertilization, nitrogen, anaerobic fermentation.

Introdução

Nos sistemas orgânicos de produção é fundamental a utilização de adubos orgânicos como fonte de N, pois é proibida a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos. Castro et al. (2005) assinalaram que uma das principais dificuldades enfrentadas pela agricultura orgânica reside no aporte de nutrientes aos sistemas produtivos, principalmente o nitrogênio (N). Nesse sentido, o adubo orgânico, além de apresentar adequado teor em nutrientes essenciais, deve ser capaz de disponibilizar nutrientes em velocidade compatível com a demanda das culturas.

A produção orgânica de hortaliças, por sua vez, geralmente é realizada de forma intensiva, o que torna indispensável a adição periódica de adubos orgânicos visando manter a fertilidade do solo. Segundo Ferreira et al. (1993), um dos primeiros cuidados na adubação de hortaliças é o uso de adubos orgânicos, pois a velocidade de mineralização do N contido nestes materiais pode não ser compatível com a elevada demanda deste nutriente pelas hortaliças, associada ao reduzido ciclo de algumas espécies.

Amlinger et al. (2003), avaliando resultados da utilização de compostos orgânicos em diversas culturas, observaram que a proporção do N mineralizado no primeiro ano geralmente é menor do que 20% da quantidade aplicada. Apesar da velocidade de mineralização do N também depender de características ambientais e do manejo do solo, a estabilidade do material é determinante neste processo e varia em função dos materiais orgânicos utilizados. Severino et al. (2005) demonstraram que a velocidade de mineralização da torta de mamona, medida pela respiração microbiana, é cerca de seis vezes mais rápida que a do esterco bovino e 14 vezes mais rápida que a velocidade de mineralização do bagaço de cana-de-açúcar.

Dentre as alternativas para suprir a crescente demanda por adubos orgânicos, estão as formulações do tipo “bokashi”, que são definidas

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

como misturas de materiais orgânicos, submetidas a processos fermentativos controlados (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008). De acordo com Penteadó (2010), o “bokashi” consiste em um adubo orgânico concentrado contendo teores elevados de nutrientes, sendo recomendado para cultivos exigentes em nutrição, podendo ser aplicado tanto no plantio quanto em adubação de cobertura. Segundo Medeiros et al. (2008), o uso do composto fermentado tipo “bokashi” associado a diversos resíduos orgânicos tem sido proposto para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, influenciando positivamente na produtividade das plantas e na qualidade dos produtos agrícolas gerados.

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” são obtidos com base em ingredientes que não contém resíduos tóxicos. Não existe uma formulação padronizada para o “bokashi”, com receitas empíricas e muito variadas, mais ou menos complexas e adaptadas a diferentes finalidades, mas geralmente são confeccionados a partir de materiais com elevado teor de N, misturados com materiais com elevado teor de carboidratos.

O processo de produção do “bokashi” é mediado por uma mistura de microrganismos, que funciona como inoculante que atua na fermentação da matéria orgânica, com a produção de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas e polissacarídeos, todos envolvidos no estímulo ao desenvolvimento vegetal (SOTO, 2003). No Brasil, esses “microrganismos eficazes” (EM), são comercializados na forma líquida concentrada com o nome comercial de Embiotic® ou EM®, que segundo Homma (2003), incluem bactérias produtoras de ácido láctico, bactérias fotossintetizantes, leveduras, actinomicetos e fungos filamentosos. Uma alternativa para a elaboração do “bokashi” consiste no uso do Kefir como inoculante, em substituição ao EM₄®.

Grãos de Kefir são aglomerados simbióticos, constituídos basicamente por lactobacilos e leveduras, que são tradicionalmente utilizados na fermentação do leite ou de outros substratos orgânicos (WITTHUHN

et al., 2004). A simplicidade de produção e de multiplicação do Kefir possibilita a sua preparação de forma caseira, dando autonomia para o agricultor produzir e multiplicar seu próprio inoculante microbiano. Os grãos de Kefir da cultura iniciadora podem ser obtidos por doação, de quem já o produz, ou podem ser adquiridos em lojas especializadas. Atualmente, existem diversos grupos virtuais que compartilham informações e fazem a distribuição do Kefir no país inteiro.

Experiências participativas com agricultores e técnicos que atuam na produção de alimentos orgânicos no Estado do Rio de Janeiro vêm apontando a viabilidade do emprego de uma formulação simplificada de composto fermentado tipo “bokashi”, obtida a partir da fermentação da mistura de 60% de farelo de trigo e 40% de torta de mamona, com o inoculante comercial EM₄[®]. Apesar dos resultados promissores, os elevados preços para aquisição do farelo de trigo, da torta de mamona e do inoculante comercial tornam esse “bokashi” um fertilizante orgânico relativamente caro. Ademais, dependendo da região, esses produtos podem não ser tão facilmente encontrados.

Corroborando Motarjem (2002), o aproveitamento de resíduos agroindustriais para obtenção de fertilizantes orgânicos através de processos fermentativos pode ser visto como uma maneira de se agregar valor a um produto de descarte, bem como gerar uma fonte de renda alternativa para as propriedades rurais, cumprindo assim, uma função ambiental e social. Da mesma forma, resíduos do corte de determinadas espécies vegetais, nas próprias unidades de produção agropecuária, podem servir como fontes de carboidrato e de N requeridos ao bioprocessamento fermentativo. Essa última opção representaria uma alternativa para agricultores familiares, respeitando o princípio do baixo uso de insumos externos, sempre considerado na busca pela sustentabilidade e, por isto, priorizado dentro da concepção agroecológica.

Assim, a diversificação de matérias-primas para a produção de compostos orgânicos fermentados pode ser uma alternativa promissora

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

para incrementar a ciclagem de nutrientes, ao mesmo tempo, ampliar a sustentabilidade do processo de produção de fertilizantes orgânicos na propriedade rural. Portanto, são imprescindíveis estudos adicionais que visam diversificar a formulação desses fermentados, por meio da seleção de resíduos orgânicos disponíveis e de fácil obtenção na unidade de produção.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades químicas e a capacidade de recuperação biológica do N de formulações alternativas de compostos orgânicos fermentados do tipo “bokashi”, obtidas a partir de diferentes combinações entre fontes de carboidratos e de N, provenientes de resíduos agroindustriais ou da biomassa aérea de espécies vegetais, e três formas de inoculação (com EM₄[®], Kefir ou simplesmente água), visando sua utilização na produção de hortaliças.

Material e Métodos

Foram avaliadas formulações de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi”, formadas com seis diferentes misturas de materiais (fator “mistura”) e três diferentes formas de inoculação (fator “inoculante”), constituindo um fatorial 6x3, no qual os tratamentos foram arranajados em delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

As diferentes misturas foram obtidas a partir de dois materiais ricos em N: torta de mamona (TM) e farelo de folhas e ramos finos de gliricídia (GL), e três materiais ricos em carboidratos: farelo de trigo (FT), bagaço de cana-de-açúcar triturado (BC) e palhada triturada de capim elefante (CE), constituindo seis misturas: bagaço de cana e gliricídia (BC + GL); farelo de trigo e gliricídia (FT + GL); capim elefante e gliricídia (CE + GL); bagaço de cana e torta de mamona (BC + TM); farelo de trigo e torta de mamona (FT + TM), e capim elefante e torta de mamona (CE + TM). As diferentes formas de inoculação foram: com inoculante comercial EM₄[®], com inoculante caseiro Kefir e com solução de água e açúcar. Destaca-se que o tratamento constituído pela mistura de TM + FT, inoculada

com o EM₄[®], representa uma formulação tradicionalmente utilizada para o composto tipo “bokashi”.

Visando a caracterização dos materiais utilizados, amostras foram secas em estufa com ventilação forçada e temperatura de 65°C. Após a secagem, as amostras foram processadas em moinho Wiley equipado com peneira com malha de 1,0 mm. Avaliaram-se o pH e a condutividade elétrica, que foram determinados com base no método descrito por Tedesco (1995), utilizando-se uma parte de substrato para dez partes de água destilada (v/v). A matéria orgânica foi determinada pesando-se em balança analítica 1,0 g de amostra previamente seca em estufa, que em seguida foi colocada em cadinhos de porcelana de 40 ml previamente tarados e mantidos em forno mufla de micro-ondas, programado a fim de obter a combustão completa. O teor de C foi calculado dividindo-se o valor de matéria orgânica pelo fator 1,72. Os teores de N, Ca, Mg, K e P, foram realizadas no Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, por meio dos procedimentos analíticos descritos por Silva (2009). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Os inoculantes microbianos utilizados no estudo foram o EM₄[®], produto já disponível no mercado em forma líquida concentrada, e o Kefir de

Tabela 1. Valores de pH e de condutividade elétrica (CE), dos teores de C e N, da relação C:N e dos teores de Ca, Mg, K e P dos resíduos vegetais utilizados para a formulação dos fertilizantes orgânicos fermentados tipo “bokashi”.

	pH	CE (dSm ⁻¹)	C (%)	N	C:N	Ca	Mg	K	P
						(g kg ⁻¹)			
Torta de mamona	5,67	2,01	48,73	5,77	8,45	6,63	6,10	8,50	2,26
Gliricídia	6,06	3,07	50,76	3,95	12,85	16,93	4,78	17,50	2,20
Bagaço de cana	6,28	0,53	53,25	0,36	147,91	2,37	0,46	2,13	0,49
Capim elefante	6,32	1,53	54,47	0,98	55,58	4,33	3,85	10,63	1,19
Farelo de trigo	6,26	1,42	55,62	2,54	21,90	0,84	2,88	8,88	2,20

água. Avaliou-se também, como testemunha, a ausência de inoculação, por meio da utilização de água destilada. Os grãos de Kefir da cultura iniciadora foram adquiridos por doação procedente de cultura caseira. O substrato utilizado para o cultivo e multiplicação dos grãos de Kefir foi constituído por açúcar mascavo orgânico dissolvido em água destilada a 10% (m/v). Para cada 350 mL do substrato foram inoculados 35 g de grão de Kefir. A cultura foi mantida em frascos de vidros transparentes em temperatura ambiente e a cada três dias o sobrenadante fermentado foi coletado e os grãos de Kefir reinoculados em um novo substrato. De acordo com Conceição (2012), nessas condições o sobrenadante obtido reúne maior diversidade microbiana e estabilidade da proteína.

Conforme recomendação do fabricante o EM₄[®] precisa passar por um processo de ativação antes de sua utilização. Esta ativação foi realizada no EM₄[®] e também no Kefir, por meio da obtenção de soluções a partir da diluição dos inóculos concentrados (EM₄[®] e Kefir) em água e açúcar mascavo, utilizado proporção de 80% água destilada, 10% de açúcar mascavo e 10% do inóculo. Em seguida, as soluções preparadas foram mantidas em garrafas fechadas por um período de sete dias para ativação. O mesmo processo foi realizado com a solução constituída por água destilada e 10% de açúcar mascavo, sem adição de inoculantes, obtendo-se assim soluções ativadas de EM₄[®], Kefir e água. Após ativadas, as soluções foram diluídas em água destilada na concentração de 1,0%.

As matérias-primas, após serem secas e moídas, foram misturadas na proporção de 40 % de material rico em N e 60 % de material rico em carboidrato, com base no peso seco. Foram adicionados 300 ml da solução ativada diluída descrita para cada 1000 g da mistura. Depois de bem homogeneizadas, as misturas foram compactadas dentro de frascos de vidro com capacidade para 600 mL. Os frascos contendo as misturas compactadas foram mantidos hermeticamente fechados e permaneceram por 21 dias em sala de incubação a temperatura de 25°C, no escuro. O período de incubação de 21 dias é o de praxe utilizado para a produção do “bokashi” tradicional (SIQUEIRA e

SIQUEIRA, 2013). Ao final do período de incubação, os compostos orgânicos fermentados foram caracterizados por meio de análises dos teores de C e N, da relação C:N, dos teores de Ca, Mg, K e P, do pH e da condutividade elétrica.

A velocidade de mineralização do N contido nas formulações obtidas foi estimada por meio de um bioensaio que avaliou a capacidades de recuperação biológica de N por plantas de milho (*Pennisetum glaucum*), adotando-se a metodologia adaptada por Leal et al. (2010).

O bioensaio foi conduzido em casa de vegetação localizada na Embrapa Agrobiologia, utilizando-se o delineamento experimental blocos casualizados com três repetições, disposto em arranjo fatorial 6 x 3. Foram avaliadas as formulações de compostos orgânicos fermentados tipo "bokashi" obtidas anteriormente. A parcela experimental foi constituída por vasos com capacidade para 650 mL, contendo coletores para água lixiviada. As quantidades utilizadas de cada fertilizante avaliado foram baseadas em seu teor de N, adotando-se a dose de 0,15 g de N por vaso. Os fertilizantes orgânicos foram misturados com areia lavada em proporções suficientes para encher os vasos. O milho foi semeado utilizando-se 30 sementes por vaso e não foi realizado desbaste.

Aos 1, 7, 14 e 21 dias após semeadura foram adicionados 50 mL de solução nutritiva de Norris modificada por Gruzman e Döbereiner (1968), isenta de N. As avaliações foram realizadas aos 28 dias após a semeadura, que corresponde ao período de maior desenvolvimento do milho antes do início da senescência das folhas mais velhas. Foram avaliados a produção de biomassa seca (parte aérea + raízes), o teor de N total e a proporção do N do adubo recuperado pelas plantas de milho. Para a quantificação da biomassa seca, as raízes foram cuidadosamente retiradas da areia e lavadas em água corrente. As raízes e parte aérea das plantas de cada vaso foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. A análise do teor de N total foi realizada de acordo com Silva (2009), e a proporção do N do adubo recuperado

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

pelas plantas de milho foi calculada conforme Leal et al. (2010), com base na seguinte equação:

$$\text{Proporção do N do adubo recuperado (\%)} = ((N_{\text{trat}} - N_{\text{test}}) / N_{\text{ad}}) \times 100$$

onde:

N_{trat} = N recuperado nas plantas de milho em cada tratamento

N_{test} = N contido nas plantas de milho nas testemunhas sem adubação

N_{ad} = N adicionado como fertilizantes

Os resultados obtidos foram testados quanto ao atendimento às pressuposições de normalidade e homogeneidade da variância dos erros. Em seguida, os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível 5% de probabilidade.

Na existência de interação significativa entre os fatores, procedeu-se o desdobramento dos mesmos, bem como a comparação dentro dos níveis dos fatores quando não houve interação. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os Programas SISVAR®, versão 4.6 (Ferreira, 2003), e o programa SAEG®, versão 9.1 (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores “mistura” e “inoculante” na análise estatística dos resultados do teor de C e de N, relação C:N e teor de Ca, Mg, K e P dos compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” após 21 dias de incubação. Os dados contidos na Tabela 2 demonstram que também não ocorreram efeitos significativos dos inoculantes sobre estas características, mas os efeitos das diferentes misturas sobre estas características foram altamente significativos. Esta resposta indica que não ocorreram eventuais processos de perdas, concentrações e/ou diluições de nutrientes ao longo do processo de

Compostos orgânicos fermentados tipo "bokashi" obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

Tabela 2. Teores de C e de N, relações C:N e teores de Ca, Mg, K e P dos compostos orgânicos fermentados tipo "bokashi" após 21 dias de incubação.

Mistura	C	N	C:N	Ca	Mg	K	P
	(%)			(g kg ⁻¹)			
FT + TM	51,90 d	4,22 a	12,30 f	9,66 a	6,65 a	11,87 b	8,73 a
BC + TM	50,52 f	2,42 d	20,32 c	9,85 a	4,44 c	9,37 c	3,03 d
CE + TM	51,23 e	2,78 c	18,41 d	8,79 b	5,03 b	10,91 b	3,61 c
FT + GL	54,46 a	3,22 b	16,90 e	5,69 d	4,30 d	17,46 a	7,01 b
BC + GL	52,40 c	1,89 f	27,71 a	8,26 c	2,52 f	11,93 b	1,30 f
CE + GL	53,64 b	2,09 e	25,62 b	7,99 c	3,49 e	17,33 a	1,81 e
<i>p</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Inoculante							
Água	52,39	2,81	20,01	8,47	4,42	13,38	4,23
EM	52,38	2,75	20,45	8,31	4,36	12,75	4,21
Kefir	52,30	2,75	20,18	8,33	4,43	13,31	4,31
<i>p</i>	0,198	0,092	0,345	0,506	0,327	0,210	0,337
CV (%)	0,34	2,30	4,41	5,21	3,19	8,80	5,09

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

FT + TM: farelo de trigo e torta de mamona; BC + TM: bagaço de cana e torta de mamona; CE + TM: capim elefante e torta de mamona; FT + GL: farelo de trigo e gliricídia; BC + GL: bagaço de cana e gliricídia; CE + GL: capim elefante e gliricídia.

fermentação, realizado em recipiente fechado, e que as diferenças significativas proporcionadas pelas diferentes misturas são resultantes dos diferentes teores de nutrientes das matérias-primas utilizadas.

Importante destacar que, no final dos 21 dias de fermentação, as misturas liberavam cheiro de silagem e, fisicamente, apresentavam as mesmas características iniciais, ou seja, consistência farelada.

Em relação aos teores de N, observa-se que a mistura tradicional, contendo FT + TM em sua composição, apresentou o maior valor (4,22%), teor considerado elevado em relação aos fertilizantes tradicionalmente utilizados na horticultura, como o esterco bovino e a cama de aviário, cujos teores médios de N são de 1,70 e 2,80%, respectivamente (Kiehl, 1985). Por esse critério, é esperado que a taxa de decomposição e mineralização líquida de N desses fertilizantes

no solo sejam superiores aos demais. Por outro lado, verifica-se que a misturas BC + GL e CE + GL apresentaram os menores valores de N, próximos a 2,0% e os maiores valores de relação C:N, o que possivelmente desfavorecerá a disponibilização de N para as plantas em comparação às demais formulações.

De modo geral, os teores de nutrientes das formulações obtidas estão próximos dos valores encontrados nos fertilizantes orgânicos tradicionais, conforme observado em Trani et al. (2013).

Os resultados do pH das diferentes misturas após 21 dias de incubação estão apresentados na Tabela 3. Ocorreram efeitos significativos dos fatores “mistura” e “inoculante”, bem como para a interação “mistura” e “inoculante”. Como a produção dos formulados tipo “bokashi” foi realizada por meio de fermentação anaeróbica, pressupõe-se que ocorreu formação de ácidos orgânicos, principalmente ácido lático, semelhante ao que ocorre no processo de silagem (TOMICH et al., 2003). Portanto, os valores de pH provavelmente estão associados à eficiência do processo de fermentação láctica. De acordo com Moisio e Heikonen (1994), apesar de todos os ácidos formados na fermentação contribuírem para redução do pH da silagem, o ácido lático possui fundamental papel nesse processo, por apresentar maior constante de dissociação que os demais.

Observa-se que a mistura contendo FT + TM apresentou os menores valores de pH, independente do inoculante utilizado, indicando que sua composição química favorece a fermentação láctica, responsável pela redução do pH em maiores proporções. De acordo com Zanini et al. (2007), o farelo de trigo adicionado a silagens melhora o seu perfil fermentativo, promovendo redução dos valores de pH e aumento dos teores de ácido lático. Já as formulações contendo BC + TM e CE + TM apresentaram os maiores valores de pH. Isto indica que o FT contribuiu de forma relevante para promover a redução do pH por meio de fermentação láctica dos formulados após 21 dias de incubação. De acordo com Moura (2012), em meio ácido, a atividade enzimática

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

Tabela 3. Valores de pH após 21 dias de incubação de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos a partir de diferentes misturas e diferentes formas de inoculação.

	pH			
	Água	EM	Kefir	Média
FT + TM	4,34 cA	4,39 bA	4,48 cA	4,40 c
BC + TM	5,82 aA	5,93 aA	5,37 aB	5,71 a
CE + TM	5,57 aA	5,72 aA	5,47 aA	5,58 a
BC + GL	5,02 bB	5,45 aA	4,99 bB	5,15 b
FT + GL	4,45 cC	5,70 aA	4,87 bB	5,01 b
CE + GL	4,82 bA	5,00 bA	4,82 bA	4,88 b
Média	5,00 B	5,36 A	5,00 B	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV = 4,25%.

FT + TM: farelo de trigo e torta de mamona; BC + TM: bagaço de cana e torta de mamona; CE + TM: capim elefante e torta de mamona; FT + GL: farelo de trigo e gliricídia; BC + GL: bagaço de cana e gliricídia; CE + GL: capim elefante e gliricídia.

das bactérias é anulada e, em meio alcalino, a fermentação produz dióxido de enxofre e hidrogênio, o que representa que a operação fora dos parâmetros ótimos de pH exerce uma influência na fração microbiológica e na composição final, gerando produtos fora dos esperados como fertilizantes.

Não ocorreram diferenças entre os efeitos dos inoculantes sobre os valores de pH das formulações constituídas pelas misturas de FT + TM, CE + TM e CE + GL. Nas demais formulações, observou-se que a inoculação com Kefir resultou em menor valor de pH, quando comparado à inoculação com EM. Como a população microbiana do Kefir obtido a partir de açúcar é constituída basicamente de bactérias produtoras de ácido láctico, segundo Hsieh et al. (2012), este inoculante, provavelmente, apresenta maior eficiência em proporcionar a fermentação láctica que o EM, cuja população microbiana é mais diversificada. Fermentação láctica mais eficiente proporciona melhor conservação do produto, caso seja necessário armazená-lo por longos períodos.

Ocorreram efeitos significativos dos fatores mistura, inoculante e da interação mistura e inoculante sobre os valores de condutividade elétrica, observados após 21 dias de incubação. Esta característica está relacionada à quantidade de sais solúveis presentes nas amostras. Observa-se na Tabela 4 que os maiores valores de condutividade elétrica foram encontrados nas formulações contendo a mistura de CE + GL, independente do tipo de inoculação. Isto foi devido, provavelmente, aos elevados teores de K apresentados pelo CE e pela GL. Já os menores valores foram encontrados nas formulações contendo as misturas BC + TM e BC + GL, independente do tipo de inoculação, o que provavelmente está associado ao reduzido teor de K do BC. O K presente nos materiais de origem vegetal encontra-se, predominantemente, na forma mineral e, segundo Ernani et al. (2007), não integra nenhuma substância orgânica estável, de onde conclui-se que é grande sua influência sobre os valores de condutividade elétrica.

Em relação ao efeito dos inoculantes sobre a condutividade elétrica dos compostos orgânicos, observa-se na Tabela 4 que apenas as formulações contendo as misturas de BC + GL e FT + GL apresentaram

Tabela 4. Condutividade elétrica observada após 21 dias de incubação de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos a partir de diferentes misturas e diferentes formas de inoculação.

	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			
	Água	EM	Kefir	Média
FT + TM	2,89 bA	2,87 bA	2,83 cA	2,86 b
BC + TM	1,50 dA	1,46 dA	1,63 eA	1,53 d
CE + TM	2,80 bA	2,73 bA	2,83 cA	2,79 b
BC + GL	2,53 cA	2,27 cB	2,52 dA	2,44 c
FT + GL	3,17 aA	2,35 cB	3,08 bA	2,86 b
CE + GL	3,24 aA	3,14 aA	3,27 aA	3,22 a
Média	2,69 A	2,47 B	2,69 B	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV = 3,42%.

FT + TM: farelo de trigo e torta de mamona; BC + TM: bagaço de cana e torta de mamona; CE + TM: capim elefante e torta de mamona; FT + GL: farelo de trigo e gliricídia; BC + GL: bagaço de cana e gliricídia; CE + GL: capim elefante e gliricídia.

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

diferenças significativas, com a inoculação com EM apresentando valores inferiores às demais formas de inoculação. Não foi possível encontrar uma explicação consistente para este resultado.

Com relação à avaliação da capacidade de fornecimento de N dos compostos orgânicos fermentados, não foi detectado efeito de interação entre os fatores “mistura” e “inoculante”. No entanto, a análise estatística evidenciou efeitos altamente significativos ($p \leq 0,01$) das misturas testadas, conforme se observa na Tabela 5.

Os maiores valores de proporção de N recuperado do adubo pelas plantas de milho foram observados quando o composto foi originado de misturas contendo FT, com destaque para a mistura FT + TM. As

Tabela 5. Produção de massa seca, teor de N na planta, total de N recuperado e proporção de N recuperado dos compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” testados no bioensaio.

Fator Mistura	Massa seca	N total planta	Total de N recuperado	Proporção de N recuperado
	(mg vaso ⁻¹)	(mg g ⁻¹)	(mg vaso ⁻¹)	(%)
FT + TM	2881 a	11,3 a	32,5 a	21,7 a
BC + TM	851 e	8,4 e	7,1 e	4,8 e
CE + TM	1628 c	9,5 c	15,5 c	10,3 c
BC + GL	705 e	8,9 e	6,3 e	4,2 e
FT + GL	2343 b	10,4 b	24,3 b	16,2 b
CE + GL	1271 d	9,2 d	11,5 d	7,7 d
<i>p</i>	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Inoculante				
Água	1624	9,4	15,8	10,5
EM	1617	9,7	16,5	11,0
Kefir	1599	9,8	16,3	10,9
<i>p</i>	0,935 ^{ns}	0,256 ^{ns}	0,574 ^{ns}	0,574 ^{ns}
CV (%)	12,88	7,36	13,14	13,15

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

FT + TM: farelo de trigo e torta de mamona; BC + TM: bagaço de cana e torta de mamona; CE + TM: capim elefante e torta de mamona; FT + GL: farelo de trigo e gliricídia; BC + GL: bagaço de cana e gliricídia; CE + GL: capim elefante e gliricídia.

misturas que apresentaram os menores valores foram aquelas que continham BC. Tais resultados podem ser atribuídos às relações C:N dos compostos fermentados, comprovado pela elevada correlação de Pearson obtida entre a relação C:N e a recuperação de N ($-0,9009$ $p \leq 0,01$). Os valores de proporção de N recuperado das misturas de FT + TM e de FT + GL indicam que esses compostos orgânicos fermentados sofrem rápida decomposição. Por outro lado, os baixos valores de proporção de N recuperado pelas misturas contendo o BC indica mineralização lenta, podendo limitar o crescimento da planta por deficiência nutricional.

Estes resultados corroboram com os obtidos por Leal et al. (2010), que de modo geral, observaram que os fertilizantes com maiores teores de N foram os que obtiveram os maiores valores de variáveis relacionadas à recuperação de N pelo milho. Segundo esses autores, o teor de N e a relação C:N dos fertilizantes orgânicos são indicadores essenciais para se avaliar a taxa de mineralização de N. Neste mesmo sentido, Kiehl (1985), aponta o teor de N e a relação C:N, como os principais atributos químicos relacionados com a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais e à disponibilização de N.

Com relação ao efeito das diferentes formas de inoculação sobre a capacidade de recuperação de N, não foram observadas diferenças significativas, o que indica que a fermentação conseguida tanto com os inoculantes estudados, quanto com o tratamento controle com a solução ativada de água, foi suficiente para promover a transformação do material vegetal para funcionar como fonte de N.

O conjunto dos resultados obtido neste trabalho indica que é possível substituir o FT e a TM por outros materiais, como a GL, o BC e o CE, em formulações de compostos orgânicos fermentados. Entretanto, os produtos obtidos apresentam menores teores de N e menor velocidade de disponibilização do N presente, o que pode reduzir sua eficiência como fertilizante orgânico visando o fornecimento de N para culturas de ciclo curto e exigentes nesse nutriente, como é o caso de muitas

hortaliças. Torna-se necessário novos estudos avaliando-se o aumento da proporção da fonte nitrogenada das misturas, de forma que não se prejudique o processo fermentativo das mesmas.

A substituição do inoculante EM por Kefir, ou a não utilização de qualquer inoculante em formulações de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” se mostrou viável, considerando os teores de N e a velocidade de disponibilização do N presente nos fertilizantes orgânicos produzidos. Neste caso específico, a inoculação com água demonstrou que a comunidade microbiana presente nas demais matérias-primas utilizadas nas formulações dos compostos fermentados é tão eficiente quanto à presente nos inoculantes. No entanto, é importante destacar que este trabalho não estudou o efeito da inoculação sobre a composição da população microbiana dos compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” e sua eventual influência sobre a produtividade das culturas.

Conclusões

A utilização de diferentes materiais de origem vegetal para a produção de formulações biofermentadas do tipo “bokashi” resultou em produtos com diferentes teores de nutrientes, porém todas com capacidades de fornecimento de N inferiores à formulação tradicional (FT + TM).

A substituição do inoculante EM₄[®] por Kefir, ou a não utilização de qualquer inoculante nas formulações de compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi”, estudadas neste trabalho, não alteraram significativamente os teores de nutrientes e a capacidades de fornecimento de N dos fertilizantes orgânicos produzidos.

Fertilizantes fermentados do tipo “bokashi”, obtidos a partir de bagaço de cana-de-açúcar, farelo de trigo ou capim ‘Napier’ como principais fontes de C, em mistura com torta de mamona ou farelo de gliricídia como principais fontes de N, inoculados com EM₄[®], Kefir

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

ou simplesmente água, reúnem condições propícias para emprego na produção orgânica. No entanto, para o melhor aproveitamento desses materiais como fertilizantes orgânicos na produção de hortaliças, são necessários novos estudos envolvendo aumento nas proporções da fonte nitrogenada das misturas, principalmente daquelas envolvendo o bagaço de cana.

Referências Bibliográficas

AMLINGER, F.; GÖTZ, B.; DREHER, P.; GESZTI, J.; WEISSTEINER, C. Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilisation and availability: a review. **European Journal of Soil Biology**, v.39, n.3, p.107-116, 2003.

CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.495-502, 2005.

CONCEIÇÃO, R. B. **Caracterização do processo fermentativo e da microbiota envolvida na produção do kefir de água**. 79 f. Dissertação (Mestrado profissional em Agricultura orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.P; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FERREIRA, D. F. 2003. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 145p.

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

FERREIRA, M. E.; CASTELANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. São Paulo: POTAFOS, 1993. 480 p.

GRUZMAN, I.; DÖBEREINER, J. **Anais da IV Reunião Latino Americana Sobre Inoculantes Para Leguminosas**. Porto Alegre. p. 84, 1968.

HOMMA, S. K. **Nutri-Bokashi em respeito à natureza**. São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 2003.47p.

HSIEH, H. H.; WANG, S. Y.; CHEN, T. L.; HUANG, Y. L.; CHEN, M. J. Effects of cow's and goat's milk as fermentation media on the microbial ecology of sugary kefir grains. **International Journal of Food Microbiology**, v.157, n.1, p. 73-81, 2012.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LEAL, M. A .A.; MATEUS, J. S.; AQUINO, A. M.; SANTOS, S. S. **Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de biensaio**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE. N. J. G.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 186-189, 2008.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved withformic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1, p.107-124, 1994.

PENTEADO, S. R. **Manual prático de agricultura orgânica: fundamentos e práticas**. 2. ed. Campinas: Via Orgânica, 2010. 232 p.

SAEG. Sistema para análises estatísticas, Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, p.54-59, 2005.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627 p.

SIQUEIRA, A.P.P. de; SIQUEIRA, M. F.B. de. **Bokashi: adubo orgânico fermentado**. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. 16 p.(Programa Rio Rural. Manual Técnico, 40).

TEDESCO, M. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TOMICH, T.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens**: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 57).

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2013. 16 p. (IAC. Boletim Técnico).

WITTHUHN, R. C; SCHOEMAN, T; BRITRIZ, T. J. Characterization of the microbial population at different stages of kefir production and kefir grain mass cultivation. **Intenational Dairy Journal**, v.15, n.4, p. 383-389, 2004.

Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças

ZANINE, A. D. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. D. J.; PINTO, F. B.; PEREIRA, O. G. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n.4, p.621-628, 2007.

Embrapa

Agrobiologia

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA