

Rio de Janeiro, RJ / Outubro, 2024

Compostos fermentados do tipo *Bokashi*: formulações, fontes de inóculo, indicadores de qualidade e estimativa do custo de produção

Jhonatan Marins Goulart⁽¹⁾, José Guilherme Marinho Guerra⁽²⁾, Lucia Helena de Almeida⁽³⁾, Ednaldo da Silva Araújo⁽²⁾, Norma Gouvêa Rumjanek⁽²⁾, José Antonio Azevedo Espindola⁽²⁾, Kerly Martínez Andrade⁽⁴⁾, Luiz Augusto de Aguiar⁽⁵⁾, Raul Castro Carriello Rosa⁽²⁾

⁽¹⁾Eng. Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia, marinsgoulart@gmail.com. ⁽²⁾Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, guilherme.guerra@embrapa.br; ednaldo.araujo@embrapa.br; norma.rumjanek@embrapa.br; jose.espindola@embrapa.br; raul.rosa@embrapa.br. ⁽³⁾Eng. Agrônoma, M. Sc. em Agricultura Orgânica, luciabsj@gmail.com. ⁽⁴⁾Bióloga, D. Sc. em Ciência do Solo, kerlymar18@gmail.com. ⁽⁵⁾Pesquisador da Pesagro Rio, laaguiar86@gmail.com.

Embrapa Agrobiologia
Rodovia BR 465, km 7
CEP 23891-000 Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Bruno José Rodrigues Alves

Secretário-executivo

Carmelita do Espírito Santo

Membros

Ana Cristina Siewert Garofolo,
Janaina Ribeiro Costa Rouws,
Luc Felicianus Marie Rouws,
Luis Cláudio Marques de Oliveira,
Luiz Fernando Duarte de Moraes,
Márcia Reed Rodrigues Coelho,
Marta dos Santos Freire Ricci de
Azevedo e Nádia Élen Auras

Edição executiva

Ana Cristina Siewert Garofolo

Revisão de texto

Luis Cláudio Marques de Oliveira

Normalização bibliográfica

Carmelita do Espírito Santo

(CRB-7/5043)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Maria Christine Saraiva Barbosa

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – Os compostos fermentados do tipo *Bokashi* são fertilizantes obtidos por meio da combinação de resíduos agrícolas ou agroindustriais, com predominância aos de origem vegetal, inoculados com microrganismos e submetidos ao processo de fermentação em condições microaerofílicas. As formulações são compostas de fontes de energia que, sobremaneira, fornecem carboidratos aos microrganismos e fontes complementares que são selecionadas em benefício da elevada concentração de nutrientes. Tais compostos são amplamente utilizados na fertilização, notadamente, em sistemas de produção de hortaliças. Apesar da ampla utilização, pouco se conhece a respeito do estabelecimento de proporções e os indicadores de qualidade dos compostos fermentados. Diante disso, neste boletim de pesquisa serão apresentadas bases técnicas para a formulação de compostos farelados fermentados acompanhadas de indicadores físico-químicos de qualidade (pH, umidade e condutividade elétrica), fonte de inóculo e tempo de fermentação. Além disso, realizou-se a estimativa do custo de produção e a receita bruta tendo como referência o cultivo de hortaliças. Foram conduzidos quatro experimentos independentes e complementares, em escala laboratorial, utilizando como fonte de energia o farelo de trigo e como fonte complementar o farelo de mamona. Os experimentos constaram da determinação da proporção ideal dos farelos na mistura; da avaliação de diferentes fontes de inóculos; da determinação do teor de umidade ideal, pH, condutividade elétrica, do período mínimo adequado de fermentação e do odor durante processo fermentativo. Constatou-se que as formulações de compostos fermentados envolvendo a mistura dos farelos de trigo e de mamona devem conter um limite mínimo de 40% da fonte de energia para atender a faixa de pH preconizada. Os microrganismos obtidos em produto comercial (*Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae*) ou aqueles coletados sob as serrapilheiras de espécies permanentes podem ser utilizados como inoculantes dos compostos fermentados tendo como base o valor pH. O teor de umidade provoca modificações no valor pH, sendo preconizada

a utilização de 450mL de solução inoculante para cada kg da mistura seca de farelos visando um teor de umidade mínimo de 35%. O período mínimo de fermentação foi estabelecido em 9 dias levando em consideração a acidez e as características olfativas dos compostos fermentados. O custo de produção do composto fermentado é relativamente baixo, cuja estimativa para cada kg de composto formulado com os farelos de trigo e de mamona é de R\$ 1,10.

Termos para indexação: fertilizantes orgânicos, agroecologia, resíduos na agricultura.

“Bokashi” type fermented composts: Formulations, inoculum sources, quality indicators and production cost estimation

Abstract – Bokashi-type fermented composts are fertilizers obtained through the combination of agricultural or agro-industrial wastes, with a predominance of vegetable sources, inoculated with microorganisms, and subjected to the fermentation process under microaerophilic conditions. The formulations are composed of energy sources that largely provide carbohydrates to microorganisms and complementary sources that are selected based on the high concentration of nutrients. Such composts are widely used in fertilization, notably in vegetable production systems. Despite its use, little is known about the establishment of proportions and quality indicators of fermented composts. Therefore, this research bulletin will present technical bases for the formulation of fermented bran composts accompanied by physical-chemical quality indicators (pH, humidity, and electrical conductivity), inoculum source, and fermentation time. In addition, the production cost and gross revenue were estimated using vegetable crops as a reference. Four independent and complementary experiments were conducted on a laboratory scale, using wheat bran as an energy source and castor bean bran as a complementary source. The experiments consisted of determining the ideal proportion of bran in the mixture; evaluating different sources of inoculum; and determining the ideal moisture content, pH, electrical conductivity, the minimum adequate fermentation period, and the odor during the fermentation process. The results showed that formulations of a mixture of wheat and castor bean bran must contain a minimum limit of 40% of the energy source to meet the recommended pH range. Microorganisms obtained from a commercial product (*Lactobacillus*

plantarum and *Saccharomyces cerevisiae*) or those collected under litter from permanent species can be used as inoculants for fermented composts based on the pH value. The moisture content changes the pH value, and it is recommended to use 450mL of inoculant solution for each kg of dry bran mixture, aiming for a minimum moisture content of 35%. The minimum fermentation period was established at 9 days taking into account the acidity and olfactory characteristics of the fermented composts. The production cost of fermented compost is relatively low, the estimate for each kg of compost formulated with wheat and castor bean bran is R\$1.10.

Index terms: organic fertilizers, agroecology, agricultural waste.

Introdução

O composto fermentado do tipo *Bokashi* é um fertilizante orgânico obtido por meio de processo fermentativo controlado a partir de misturas de farelos previamente umedecidos e inoculados com microrganismos. As misturas são acondicionadas e compactadas em recipientes herméticos, ou em embalagens plásticas vedáveis para ensilagem, permanecendo por um período mínimo de 21 dias. Alternativamente, os compostos do tipo *Bokashi* também podem ser confeccionados em ambiente oxidativo (Siqueira; Siqueira, 2013), no qual as misturas de farelos são manipuladas em ambiente exposto ao ar atmosférico e dispostas em leiras baixas, recebendo revolvimentos diários por um período mínimo de sete dias.

Existem diversas formulações estabelecidas empiricamente de acordo com as matérias-primas acessíveis (Oliveira *et al.*, 2014). De maneira geral, são utilizadas fontes vegetais com energia disponível, conjugadas a fontes vegetais, ou resíduos da produção ou do processamento de animais, com elevados teores de nitrogênio. As principais fontes vegetais utilizadas nas formulações de compostos fermentados são os farelos de trigo e de mamona (análogo a um padrão). Todavia, evidenciam-se, a partir de resultados de pesquisas, outras fontes vegetais com características desejáveis para integrar formulações (Pian *et al.*, 2023; Souza Júnior *et al.*, 2023).

Um composto farelado com boa qualidade aparente deve apresentar, ao final do processo fermentativo, um odor agradável, semelhante ao exalado durante a panificação, além de valor pH ácido (Pian *et al.*, 2023). Isto se deve à conversão

de açúcares solúveis em ácidos orgânicos, intermediada principalmente pela atividade de bactérias e leveduras (Quiroz; Céspedes, 2019). Dentre os ácidos sintetizados, o láctico é o que contribuiu em maior magnitude para a redução do pH nos processos fermentativos, cuja síntese é favorecida em formulações balanceadas conjugadas a teores de umidade ideais e, no caso do composto fermentado, em condições microaerofílicas.

Salienta-se que o pH é uma medida físico-química relativamente simples, visto não requerer, necessariamente, o emprego de reagentes químicos, podendo ser determinado em uma suspensão preparada em água, cujo valor final está diretamente relacionado à qualidade do composto fermentado, sobretudo a biológica, pois influencia o crescimento dos microrganismos (Veriato *et al.*, 2018). Durante o processo fermentativo preconiza-se reduzir o pH até o valor de 4,5; pois neste nível certos grupos não se desenvolvem, como o caso das bactérias do gênero *Clostridium* (Hoffmann, 2001). Cabe destacar que variações de valores de pH entre 4,5 a 5,5 são consideradas ideais aos compostos fermentados (Pian *et al.*, 2023; Goulart, 2020).

Os principais microrganismos utilizados na bioativação dos compostos fermentados são aqueles que produzem ácido láctico, com destaque para as bactérias do gênero *Lactobacillus*. Além dessas bactérias, as leveduras também são utilizadas como veículo de inoculação, com destaque para a *Saccharomyces cerevisiae* (Souza Júnior *et al.*, 2023). Outras fontes descritas na literatura são os probióticos (Oliveira *et al.*, 2014), por exemplo, o kefir e microrganismos diversos, cuja obtenção é proveniente de iscas coletadas sob a serrapilheira de povoamentos florestais (Goulart, 2023).

Os compostos fermentados, em sua maioria, apresentam teores de nutrientes superiores aos esterco derivados da avicultura e bovinocultura utilizados, por exemplo, no cultivo de hortaliças (Freire *et al.*, 2013). Esse aspecto, associado à possibilidade de fomentar a reciclagem de nutrientes por meio do aproveitamento de resíduos agrícolas ou agroindustriais e a utilização majoritária de microrganismos fermentadores, qualificam os aspectos sustentáveis do fertilizante que é amplamente utilizado em sistemas agrícolas. Além disso, os princípios norteadores integram os conceitos da economia circular (Oliveira *et al.*, 2019), visto que, as matérias-primas utilizadas nas formulações são obtidas localmente e a técnica de fermentação permite a reciclagem de nutrientes e a destinação adequada aos resíduos, com um produto final rico em nutrientes e microrganismos benéficos.

Apesar das características favoráveis ao uso como revitalizador de solo e fertilizante para a nutrição de diferentes culturas (Ghanem *et al.*, 2017; Kakar *et al.*, 2019; Maass *et al.*, 2020; Merta; Rak-sun, 2021; Castillo *et al.*, 2023; Gashua *et al.*, 2023) ainda são escassos estudos voltados a formulações e ao estabelecimento de índices de qualidade de compostos fermentados. Por conseguinte, formulações contendo fontes fareladas com energia disponível, mediadas por microrganismos, possivelmente são indutoras de acidificação do meio de crescimento. Assim como o teor de umidade por ocasião do processo de fermentação pode influenciar as características físico-químicas dos compostos fermentados. Diante do exposto, neste boletim de pesquisa serão apresentados resultados de pesquisa que contribuem para a elaboração das bases técnicas para a formulação de compostos farelados fermentados acompanhadas de indicadores físico-químicos de qualidade.

Material e métodos

Preparo de soluções contendo microrganismos para inoculação

Os farelos utilizados na confecção dos compostos foram inoculados com soluções, a base de produto comercial, contendo *Lactobacillus* spp. e *Saccharomyces* spp. ou a base de soluções contendo microrganismos indígenas, coletados por meio de armadilhas dispostas sob serrapilheiras presentes em área coberta com bambuzal ou em povoamentos florestais. Por ocasião da inoculação de uma mistura de farelos, utilizando-se o produto comercial (Embionic®), comumente encontrado no mercado voltado à produção de compostos orgânicos, contendo *Lactobacillus plantarum* 10⁴ UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* 10³ UFC/mL, melaço de cana-de-açúcar e água, foram utilizados 50mL do produto, 50g de açúcar mascavo e 400 mL de água potável. A mistura foi disposta em um recipiente de plástico com tampa rosqueável, mantendo-se o recipiente lacrado por um período mínimo de sete dias - etapa genericamente chamada de ativação (Oliveira *et al.*, 2014). No terceiro dia, realizou-se a abertura do recipiente para a liberação dos gases formados, evitando assim o rompimento devido ao aumento da pressão interna. Após esse procedimento, o recipiente foi novamente fechado até a manipulação no trabalho experimental.

Para o preparo do inoculante coletado sob as serrapilheiras, utilizou-se um substrato feito com arroz cozido em água, sem a adição de sal e de temperos.

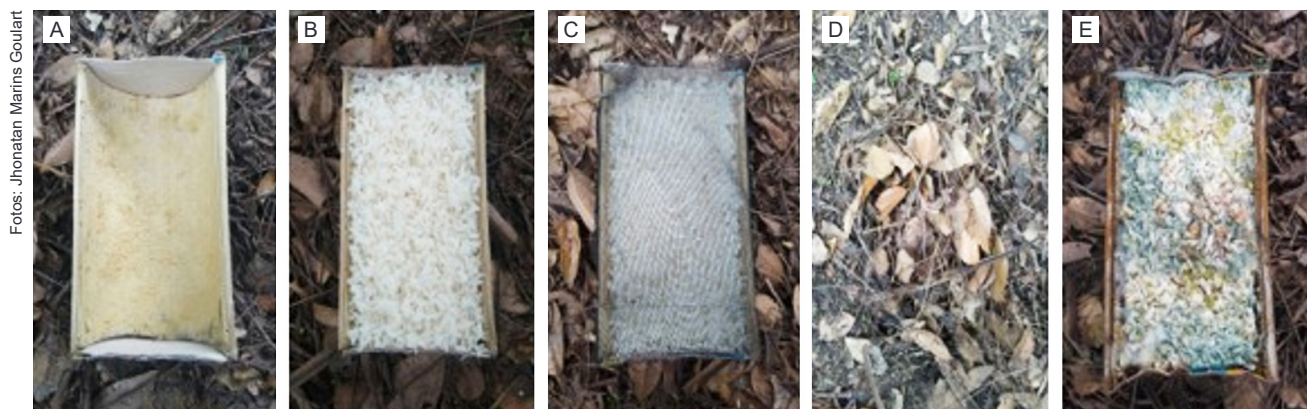


Figura 1. Procedimentos realizados para a confecção das iscas e coleta dos microrganismos. **(A)** calhas de bambu cortadas horizontalmente; **(B)** preenchimento das calhas com arroz cozido; **(C)** proteção com tela tipo sombrite; **(D)** instalação sob a serrapilheira; **(E)** arroz colonizado por microrganismos aos sete dias após a instalação.

Uma porção de 400g de arroz foi acondicionada em calhas de bambu, que apresentavam dimensões de 25cm de comprimento e 10cm de largura, com posterior proteção contra o acesso de artrópodes e outros animais com tela de malha do tipo sombrite. As calhas de bambu foram cortadas horizontalmente (Figura 1A), preenchidas com o arroz cozido (Figura 1B), protegidas com tela (Figura 1C), dispostas sob as serrapilheiras com o arroz e a tela voltados para o solo (Figura 1D) e coletadas após a captura dos microrganismos (Figura 1E). As armadilhas permaneceram no campo por um período mínimo de sete dias levando em consideração o período chuvoso no momento da instalação das iscas. Em épocas de baixa ocorrência de precipitações, conjugadas a baixas umidades relativas do ar, recomenda-se um período de 10 a 15 dias (Siqueira; Siqueira, 2013).

Os inoculantes obtidos a partir das armadilhas dispostas sob as serrapilheiras foram preparados com 50g do arroz colonizado com os microrganismos e 400 ml de água potável, acondicionados em um recipiente de plástico com tampa rosqueável. Salienta-se que devido ao arroz ser uma boa fonte de carbono aos microrganismos, dispensou-se a utilização do açúcar mascavo na presença deste tipo de preparo de solução inoculante. Cabe ressaltar que no momento da coleta das iscas no campo e durante todo o processo de produção do composto, foram utilizados equipamentos de proteção individual, tais como, luvas e máscaras descartáveis. Tal procedimento foi adotado visando evitar o contato direto com a microbiota diversa colonizadora do substrato de arroz.

Proporções das fontes fareladas nas misturas

Um experimento foi conduzido no laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, com vistas a avaliar a influência de composições de uma mistura de farelo de trigo (FT) e farelo de mamona (FM) no valor do pH após a fermentação por um período de 21 dias. Adicionalmente, realizou-se as leituras dos valores de pH das misturas anteriormente ao processo de fermentação. O estudo foi conduzido em condições de sala de incubação, mantida a temperatura na faixa de 28 a 29°C. Os tratamentos, totalizando seis, foram distribuídos no delineamento estatístico inteiramente casualizado, constando das seguintes proporções da mistura de FT e do FM: 100%FT, 80%FT+20%FM, 60%FT+40%FM, 40%FT+60%FM, 20%FT+80%FM e 100%FM.

Os farelos foram misturados e, em seguida, uma solução oriunda do produto comercial (Embiotic®) contendo *Lactobacillus plantarum* 10^4 UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* 10^3 UFC/mL, melaço de cana-de-açúcar e água foi dissolvida em água (1% v/v) e gradualmente adicionada às misturas, procedendo-se à homogeneização. Posteriormente, realizou-se a compressão de uma amostra da mistura dos farelos para a determinação do ponto de compactação, caracterizado pela formação de um aglomerado estável, sem esfarelamento ou escorrimento de líquido. As misturas foram acondicionadas em recipientes herméticos com capacidade para 650 mL até o limite superior, sendo intensamente compactadas a cada 20% de material adicionado aos recipientes, com posterior vedação por meio de tampas plásticas. Os recipientes, como relatado anteriormente, foram mantidos em sala

de incubação por um período de 21 dias. Após este período, alíquotas das diferentes misturas foram retiradas para a determinação do valor pH obedecendo a relação de 1:5, ou seja, 50 mL dos respectivos compostos fermentados para 250 mL de água destilada. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância entre níveis dos fatores avaliados pelo teste F, foi realizado o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2019).

Fontes de inóculos e relações com o valor pH e a condutividade elétrica (CE)

O experimento foi conduzido no Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, visando avaliar a influência das fontes de inóculos nas características físico-químicas dos compostos farelados fermentados. Utilizou-se uma formulação constituída da mistura dos farelos de trigo e de mamona, respectivamente, 60:40 (%p/p). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram em (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados na etapa de confecção dos compostos fermentados.

Tratamentos	Etapa de confecção dos compostos fermentados
T1- controle	Mistura de farelos <i>in natura</i> (ausência de fermentação)
T2- controle	Mistura de farelos autoclavada
T3- controle	Mistura de farelos não autoclavada
T4	Mistura de farelos inoculados com o produto comercial Embiotic®
T5	Mistura de farelos inoculados com microrganismos coletados sob a serrapilheira de povoamento de acácia
T6	Mistura de farelos inoculados com microrganismos coletados sob a serrapilheira de povoamento de mata de ocorrência secundária
T7	Mistura de farelos inoculados com microrganismos coletados sob a serrapilheira de povoamento de bambuzal
T8	Mistura de farelos inoculados com microrganismos coletados sob a serrapilheira de povoamento de eucalipto

Os povoamentos supracitados apresentavam biomassa de serrapilheira densa e foram estabelecidos em período superior a 20 anos. As leituras dos valores de pH e condutividade elétrica (CE) dos farelos *in natura* foram realizadas sem a submissão dos farelos à fermentação; a mistura de farelos submetida ao processo de autoclavagem foi umedecida com água autoclavada visando a redução de inóculos microbianos; a mistura não autoclavada foi umedecida com água de torneira; o produto comercial foi ativado por meio da utilização de 50mL de solução, 50g de açúcar mascavo e 400mL de água, com posterior diluição da solução ativada a 1% (v/v).

Para os tratamentos provenientes das coletas de microrganismos no campo, instalou-se iscas contendo arroz cozido. Após a coleta dos microrganismos procedeu-se a coleta de 50g do arroz colonizado dos respectivos tratamentos misturando-se a 400mL de água, com posterior diluição a 1% (v/v). As águas de torneira e autoclavada, e as respectivas soluções inoculantes foram adicionadas às misturas até a obtenção de um torrão estável, sem esfarelamento ou escorrimento de líquido. As misturas foram inseridas e compactadas em recipientes herméticos com capacidade para 650 mL, permanecendo por um período de 21 dias (fermentação) em sala de incubação na faixa de temperatura de 28 a 29°C.

Após o período de fermentação, procedeu-se às leituras de pH e CE dos compostos fermentados conforme metodologia descrita anteriormente. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância entre níveis dos fatores avaliados pelo teste F, foi realizado o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2019).

Relação entre teor de umidade, pH e condutividade elétrica

Semelhantemente ao estudo conduzido com as diferentes fontes de inóculo para o estabelecimento de faixas adequadas de pH nos compostos fermentados, um estudo foi realizado com a mistura de 60% de FT e 40% de FM com vistas a estabelecer níveis adequados de umidade a partir da adição do inóculo microbiano ativado e diluído em água. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Preparou-se uma solução estoque contendo 50g de açúcar mascavo, 50 ml do inoculante comercial (Embiotic®) e 400 ml de água, com posterior diluição a 1%.

Os tratamentos constaram de seis níveis de adição da solução estoque supracitada, a saber: 0 (controle, sem adição do líquido), 200, 400, 600, 800, 1000 mL kg⁻¹ de mistura. Em seguida, as misturas foram acondicionadas e compactadas em recipientes de vidro com capacidade para 650 mL até o limite superior dos frascos e posterior vedação com tampas rosqueáveis. Os recipientes foram mantidos em sala de incubação com temperatura mantida na faixa de 28 a 29°C, por um período de 21 dias.

Ao final do período de incubação, foram retiradas amostras para a determinação da umidade gravimétrica, do valor pH em água e da CE. Simultaneamente, caracterizou-se os odores característicos exalados após a abertura dos frascos por meio de avaliação olfativa qualitativa adaptada de Qualitysilage (2023): odor original da matéria-prima (sem alterações após o processo de fermentação); muito adocicado (odor semelhante ao exalado durante o processo de panificação associado ao odor de álcool); adocicado (odor semelhante ao exalado durante o processo de panificação) e fétido (odor amoniacal). Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância entre níveis dos fatores avaliados pelo teste F, foi realizada a análise de regressão com auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2019).

Período necessário para a máxima acidificação dos compostos fermentados

Semelhantemente aos demais estudos, utilizou-se a formulação análoga a um padrão constituída dos farelos de trigo e de mamona, respectivamente, 60:40% (p/p). Os farelos foram misturados e inoculados com uma solução estoque contendo 50g de açúcar mascavo, 50 mL do inoculante comercial (Embiotic®) e 400 mL de água, com posterior diluição a 1%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos constaram de diferentes épocas de avaliações, como segue: 0; 3; 6; 9; 12; 15; 18 e 21 dias, com determinações dos valores de pH e condutividade elétrica dos compostos fermentados nas respectivas épocas. Os farelos foram umedecidos com a solução inoculante e compactados em frascos herméticos com capacidade para 250 mL.

Além disso, no momento da abertura dos frascos, nas respectivas avaliações, caracterizou-se os odores característicos, conforme metodologia descrita na seção anterior. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância entre níveis dos fatores avaliados pelo teste

F, foi realizada a análise de regressão com auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2019).

Estimativa de custo de produção do composto fermentado

A estimativa do custo de produção do composto fermentado foi baseada em experiências adquiridas pelo núcleo de pesquisa em Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia. O levantamento de preços do FT e do FM foi realizado na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA RJ), cuja cotação atual para o FT é de 40 reais a saca de 30kg, ao passo que, para a saca de 50 kg do FM a cotação atual é de 85 reais. Considerou-se para os cálculos uma formulação constituída de 60% FT e 40% FM (p/p) e o inoculante comercial. Simultaneamente, realizou-se uma estimativa de receita bruta, considerando a produção de alface crespa, cebolinha, cenoura e alho-poró em áreas de 1,0 m² para cada cultura.

Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta os valores de pH antes e após o processo de fermentação. Destaca-se que os valores de pH sofreram alterações após a fermentação, sendo influenciados pelas diferentes proporções de matérias-primas. Pode-se inferir que as formulações contendo níveis de FT variando de 40 a 80% da mistura mostraram-se benéficas ao processo de fermentação, considerando que os valores de pH variaram de, respectivamente, 4,09 a 4,20, indicando, possivelmente, que o crescimento da bactéria láctica e da levedura inoculadas à mistura foi favorecido. Estes resultados estão de acordo com os de outros estudos voltados à produção do composto fermentado utilizando as mesmas matérias-primas (Oliveira *et al.*, 2014; Pian *et al.*, 2023; Goulart, 2020). Em contrapartida, o aumento na proporção do FM resultou na manutenção do pH das misturas fermentadas em valores próximos às misturas *in natura*. Com 80% de FM, o valor pH correspondeu a 6,42, ao passo que, esta mesma mistura *in natura* apresentou pH de 6,82.

Torna-se relevante salientar que as misturas devem apresentar um equilíbrio entre fontes de energia e fontes complementares que apresentam elevados teores de N na biomassa vegetal. Particularmente no que diz respeito ao FM, além do N, esta matéria-prima também veicula expressivas quantidades de P, K, Ca e Mg (Silva *et al.*, 2016; Souza Júnior *et al.*, 2023). Por outro lado, a redução do farelo de trigo em proporções inferiores a 40%

não favorece o processo fermentativo. Este fato pode estar relacionado a menor disponibilidade de açúcares solúveis para a atuação da microbiota (Borreani *et al.*, 2018), limitando a produção de ácidos orgânicos, com destaque ao ácido lático, que contribui substancialmente para a redução do valor de pH em processos fermentativos, como bem destacado em processos de produção de silagem (Zanine *et al.*, 2010; Macêdo *et al.*, 2017; Pinedo *et al.*, 2019; Cordeiro *et al.*, 2021).

As diferentes fontes de inóculos, ao final do processo de fermentação, influenciaram de maneira distinta o valor pH (Figura 3), cujos valores mais baixos indicam que o processo fermentativo foi mais eficiente. De maneira oposta, valores de pH próximos ao determinado na mistura de farelos *in natura* demonstram que a atuação dos microrganismos fermentadores ocorreu de maneira limitada. Foram observadas variações a partir de um valor de 4,21 no tratamento de eucalipto a 6,28 na mistura autoclavada que não diferiu dos farelos *in natura*, cujo valor pH foi de 6,08, ou seja, a redução da carga microbiana no processo de autoclavagem impossibilitou a ocorrência de fermentação. Salienta-se que, mesmo na ausência de inoculação, a mistura de farelos não autoclavada e umedecida com água de torneira apresentou uma pequena variação no valor pH de 5,48 em relação aos farelos *in natura*. Isto se deve ao fato de o farelo de trigo apresentar, naturalmente, a presença de bolores e leveduras (Almeida *et al.*, 1992), que possibilitaram uma leve alteração no valor desta variável.

No que concerne aos inóculos provenientes da serrapilheira de eucalipto, a maior acidificação proporcionada por este tratamento está relacionada à comunidade microbiana advinda deste povoamento. Os inóculos provenientes das serrapilheiras de mata de ocorrência secundária e do bambuzal não diferiram entre si, proporcionando valores de pH de, respectivamente, 4,86 e 4,91. Os demais tratamentos, produto comercial e inóculos provenientes da serrapilheira de acácia proporcionaram resultados semelhantes de 5,36 e 5,23, respectivamente, sendo estes equiparáveis ao tratamento cuja mistura recebeu apenas água de torneira.

Para os valores de condutividade elétrica (CE), os inóculos provenientes das serrapilheiras de eucalipto, mata e acácia proporcionaram os maiores valores, respectivamente, 3,93; 4,03 e 4,0 mS cm⁻¹, que não diferiram entre si. O menor valor de CE foi de 2,25 mS cm⁻¹ (ausência de fermentação), observando-se aumento significativo na mistura autoclavada cujo valor foi de 3,05 mS cm⁻¹. Na mistura não autoclavada, o valor da CE foi de

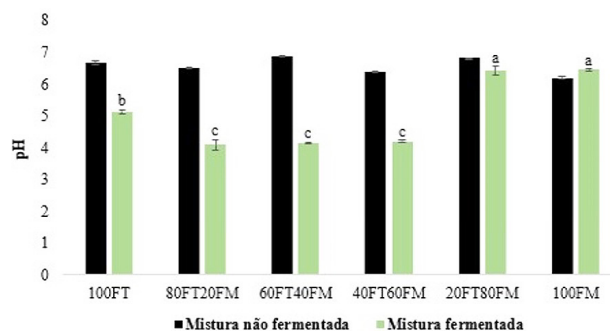


Figura 2. Valor pH das misturas fermentadas e não fermentadas formuladas com os farelos de trigo (FT) e de mamona (FM). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

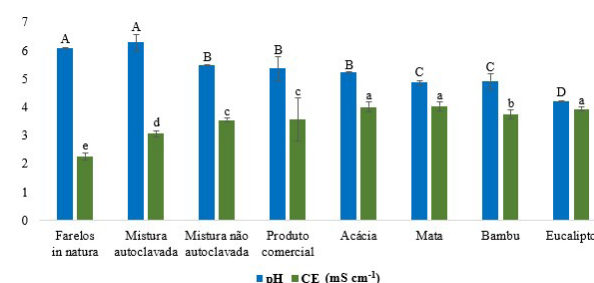


Figura 3. Valor pH e condutividade elétrica (CE) de compostos fermentados formulados com os farelos de trigo e de mamona e submetidos a inoculação com diferentes fontes de inóculos. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas entre valores de pH e minúsculas entre valores de CE, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

3,54 mS cm⁻¹, demonstrando que, mesmo na ausência de inoculação os microrganismos presentes nos resíduos *in natura* influenciaram de modo significativo no valor desta variável. Salienta-se que o tratamento em questão proporcionou uma CE semelhante ao alcançado pelo produto comercial de 3,55 mS cm⁻¹.

Maiores valores de condutividade elétrica estão relacionados a maior disponibilidade de sais na solução. O potássio é o primeiro elemento a influenciar diretamente no valor da CE, em virtude da não formação de compostos orgânicos estáveis, estando prontamente na sua forma iônica K⁺ (Ernani *et al.*, 2007). Ademais, devido à influência da comunidade microbiana na fermentação da matéria orgânica, cujo produto final são enzimas, aminoácidos (Shintani *et al.*, 2000) e, majoritariamente ácidos orgânicos (Pian *et al.*, 2023), podem ocorrer liberações de outros sais, contendo íons como PO₄⁻, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺. Outros íons que podem influenciar diretamente a CE são o NO₃⁻ e o NH₄⁺, que são diretamente influenciados pelas

transformações do nitrogênio (N) durante o processo de fermentação, cujos teores de NH_4^+ no fertilizante ácido são superiores ao NO_3^- (Abo-Sido *et al.*, 2021).

Os teores de umidade mediante à adição de diferentes doses de solução inoculante provocaram alterações no valor pH dos compostos fermentados (Figura 4). Detectou-se que o aumento do volume aplicado de solução na mistura farelada resultou na alteração do valor pH (6,07), representado pelo tratamento controle, sendo o valor pH mínimo correspondente a 4,66 alcançado com a dose estimada de 590,5 mL de solução, tendo como base o modelo cúbico que propiciou o melhor ajuste matemático dos dados observados. Neste nível de pH, o odor característico foi classificado como adocicado, semelhante ao exalado durante ao processo de panificação. Salienta-se que as características olfativas podem servir como um indicador de que o processo fermentativo ocorreu de maneira adequada.

Com a adição deste volume de solução inoculante (590,5 mL) o teor de umidade correspondente foi de 40,36%, sendo ligeiramente superior ao limite aceitável para os compostos fermentados formulados com o FT e o FM, cujos teores ideais evidenciados por resultados de pesquisa estão compreendidos na faixa de 35 a 40% (Pian, 2019; Goulart, 2020). Levando em consideração que os teores de umidade dos farelos podem variar, a depender das condições de armazenamento, salienta-se que para atender a faixa ideal de umidade são necessárias aplicações variando de 450mL a 580mL kg^{-1} da mistura de farelos. Desta forma, no momento da confecção dos compostos, recomenda-se adicionar 450 mL de solução inoculante à mistura de farelos mantendo um teor de umidade mínimo de 35%. Caso não ocorra a formação de aglomerados estáveis, pode-se proceder à adição de uma nova alíquota de solução até o limite máximo de 580mL kg^{-1} da mistura de farelos, cujo limite ainda manterá os teores de umidade abaixo de 40%.

Nota-se que, a partir do valor pH mínimo (Figura 4), esta variável físico-química aumenta de forma abrupta, como consequência do excesso de umidade no composto fermentado. Salienta-se que a partir de 600 mL de solução kg^{-1} da mistura de farelos ocorreram escorrimientos de líquidos pelas tampas dos frascos, fato que culminou com a estabilização dos teores de umidade em doses elevadas. A redução do valor pH em compostos fermentados está relacionada ao maior conteúdo de ácido láctico derivado da conversão de açúcares solúveis pela ação dos microrganismos, principalmente promovido pelas bactérias produtoras de ácido láctico (Pian

et al., 2023), o que já foi evidenciado em trabalhos relativos à produção de silagem (Santos *et al.*, 2010).

Em contrapartida, a elevação do pH está relacionada, de acordo com Tomich *et al.* (2003), à redução do conteúdo deste ácido, conjugada à predominância de outras vias bioquímicas, tais como a butírica, sendo o ácido butírico considerado um metabólito indesejável em processos fermentativos. Em paralelo, a presença do ácido butírico pode indicar o comprometimento na qualidade biológica do composto farelado fermentado, em decorrência da possível participação de microrganismos patogênicos à saúde humana do gênero *Clostridium*, principalmente para quem manipulará o composto, por ocasião de sua utilização na fertilização de lavouras, o que pode ser percebido pelo odor desagradável (fétido).

A variável CE ajustou-se ao modelo matemático linear crescente, com valor estimado em 0,99 mS cm^{-1} no tratamento com dose zero de solução inoculante e 2,89 mS cm^{-1} no tratamento que recebeu a maior dosagem da solução inoculante. Como já destacado, a CE é influenciada pela quantidade de íons na solução, e como consequência, as mesmas matérias-primas adquiridas de lotes diferentes podem apresentar teores de nutrientes distintos, fato que também influenciará a CE final. Depreende-se que não há relatos de uma faixa ideal de CE para os compostos fermentados; contudo, valores de até 4,0 mS cm^{-1} relatados para compostos orgânicos estáveis não comprometem o crescimento das plantas (Silva *et al.*, 2002).

O período necessário para a máxima acidificação encontra-se na Figura 5. A variável pH ajustou-se ao modelo polinomial quadrático tendo como base o valor inicial de 6,14, cuja máxima acidificação de 4,41 foi estimada em 16,56 dias, período no qual foi determinada a maior CE, estimada em 2,39 mS cm^{-1} . Ressalta-se que a partir do nono dia de avaliação os odores dos compostos fermentados foram classificados como adocicados, caracterizados por um odor semelhante ao exalado durante o processo de panificação e que indica uma fermentação adequada. Nesta avaliação, os valores de pH e CE estimados foram de, respectivamente, 4,78 e 2,16 mS cm^{-1} . Esses resultados indicam que em formulações contendo o FT e o FM 60:40% (p/p), levando em consideração a temperatura da sala de incubação durante a condução do experimento, próxima a 30°C, as características olfativas e o parâmetro de acidez, o período mínimo de fermentação é de 9 dias.

Para a produção em escala que atenda o planejamento agrícola, os compostos fermentados

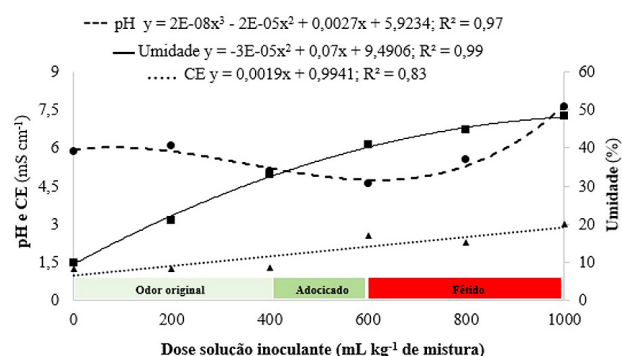


Figura 4. Valor pH, teor de umidade, condutividade elétrica (CE) e característica olfativa de compostos fermentados umedecidos com diferentes doses de solução inoculante.

podem ser produzidos em bombonas plásticas ou outros recipientes que comportem grandes quantidades da mistura de farelos inoculada. Considerando um exemplo no segmento da olericultura, cuja demanda mensal para a produção de alface crespa, cebolinha, cenoura e alho-poró seja de 1500 kg, em base fresca, os custos estimados de produção do composto fermentado formulado com os farelos de trigo e de mamona, a quantidade necessária de fertilizante por metro quadrado, e as receitas brutas estimadas estão descritas nas Tabelas 2 e 3. Destaca-se que o custo estimado de produção do composto fermentado é relativamente baixo, R\$ 1,10 por kg, principalmente por se tratar de uma fonte concentrada de nutrientes, cujas quantidades aplicadas, especialmente no segmento da olericultura, são baixas e podem variar de 1 a 1,5 kg m⁻² (Tabela 3).

Um composto formulado com os farelos de trigo e de mamona pode aportar elevadas quantidades

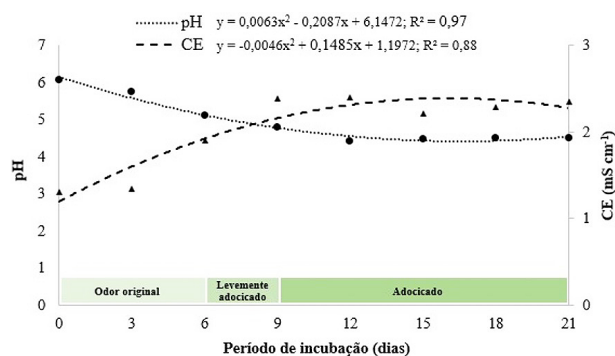


Figura 5. Valor pH, condutividade elétrica e característica olfativa de compostos fermentados formulados com os farelos de trigo e de mamona em diferentes épocas de avaliações.

de nutrientes, sendo estas superiores aos principais fertilizantes orgânicos derivados da pecuária, como por exemplo, os esterco que são amplamente utilizados no cultivo de hortaliças (Freire *et al.*, 2013). Os teores de nitrogênio contidos em compostos formulados com as fontes supracitadas podem variar de 35 a 45 g kg⁻¹. Quanto ao fósforo, potássio, cálcio e magnésio, os teores podem variar de, respectivamente, 5 – 8; 9 – 12; 3 – 6 e 2 – 5 g kg⁻¹. Ressalta-se que as quantidades de nutrientes podem ser modificadas de acordo com a demanda das culturas, ajustando-se a dose ou enriquecendo com outras fontes complementares, como por exemplo, o aumento do teor de potássio com a inserção da casca de café (Pian *et al.*, 2023).

Na Tabela 3 estão descritas as quantidades necessárias de composto fermentado tendo como referência doses ideais obtidas em estudos conduzidos na Fazendinha Agroecológica Km 47 (Lima, 2018; Souza Júnior *et al.*, 2023). Além disso, destacam-se

Tabela 2. Custo total estimado para a produção de 1500 kg de composto fermentado fresco formulado com farelos de trigo e de mamona.

Matéria-prima	Quantidades	Custo matéria-prima (R\$)
Farelo de trigo	600 kg	800,00
Farelo de mamona	400 kg	680,00
Inoculante comercial	500 mL	60,00
Água*	500 L	2,00
Força de trabalho**	8 h	100,00
Custo total	----	1640,00
Custo por kg de massa fresca	----	1,10

*Considerando o valor de 4 reais o m³ no município de Seropédica, RJ.

**Considerando a força de trabalho de dois funcionários em um período de 4h.

Tabela 3. Dose de composto, custo e receita bruta estimada para a produção de alface crespa, cebolinha, cenoura e alho-poró considerando uma área de 1,0 m².

Espécie	Dose composto ¹ (kg)	Custo composto (R\$)	Produtividade (unidade)
Alface crespa	1	1,10	16
Cebolinha	1	1,10	2,4 kg ²
Cenoura	1,25	1,37	5 kg
Alho-poró	1,5	1,65	20
Receita bruta estimada m ⁻² (R\$)			
Espécie	Orgânico ³	Institucional ⁴	Convencional ⁵
Alface crespa	56,00	23,00	32,00
Cebolinha	28,00	78,00	16,00
Cenoura	60,00	32,50	30,00
Alho-poró	120,00	80,00	100,00

¹Considerando a aplicação em base fresca. ²Quantidade equivalente à comercialização de oito maços de 300g. ³Valores estimados com os preços obtidos no circuito carioca de feiras orgânicas. ⁴Valores estimados com os preços obtidos no programa de aquisição de alimentos (PAA) CEASA 2024. ⁵Valores obtidos com os preços obtidos em feiras e mercados locais.

as produtividades alcançadas nos respectivos níveis de fertilização e as receitas brutas estimadas em três cenários de comercialização: circuito carioca de feiras orgânicas, institucional - programa de aquisição de alimentos (PAA) CEASA 2024 e convencional (feiras e mercados locais).

Apesar de ser altamente demandado no processo produtivo, os custos com o composto fermentado podem representar valores inferiores a 10% do custo total de produção (Silva, 2018; Souza, 2022; Goulart, 2023). No exemplo destacado na Tabela 3 os custos do composto fermentado no cultivo orgânico de alface crespa, cebolinha, cenoura e alho-poró representam, respectivamente, 1,1; 3,93; 2,28 e 1,37% do total da receita bruta estimada para as espécies. Esses índices reforçam a importância do reaproveitamento de resíduos destinados à produção de compostos fermentados com ênfase na fertilização de hortaliças.

Os resultados descritos neste boletim possibilitam aos agricultores e demais adeptos da técnica a produção de compostos fermentados de qualidade tendo como base indicadores físico-químicos que são facilmente determinados. A técnica de fermentação dos farelos é muito utilizada na agricultura, principalmente para a fertilização de hortaliças. Cabe destacar que a fermentação dos farelos permite, além do aspecto fertilizante, a preservação das matérias-primas por longos períodos, em virtude dos níveis de acidez que inibem o crescimento de microrganismos

deterioradores. Ademais, a manutenção dos farelos em ambientes restritos contribui para a redução da proliferação de insetos considerados pragas de insumos armazenados e de roedores nos sistemas agrícolas.

Após a fermentação os compostos podem permanecer no interior dos recipientes por período de tempo indeterminado, desde que não sejam expostos ao ar atmosférico. Uma vez aberto o recipiente, os compostos fermentados podem ser utilizados de forma fracionada, sob a condição de após a retirada das quantidades desejadas, o recipiente seja novamente vedado. Em uma posterior utilização, pode ocorrer de a camada superior estar coberta por fungos de coloração branca e com menores teores de umidade; apesar disso, o material pode ser misturado com as camadas inferiores e ser utilizado normalmente para a fertilização.

Outro aspecto relevante é que o custo de produção do composto fermentado pode ser ainda mais baixo, desde que as matérias-primas sejam substituídas por outras fontes eficientes quanto à provisão de nutrientes, de fácil acesso e de baixo custo. Neste núcleo de pesquisa estão sendo conduzidos outros estudos com fontes potenciais para substituição parcial ou integral do farelo de trigo, como por exemplo, o resíduo de cervejaria (bagaço de malte), o farelo do bagaço de cana-de-açúcar, o farelo da casca de maracujá, o farelo da casca de cacau, a casca de café, dentre outros.

Quanto à substituição do farelo de mamona, a principal fonte estudada atualmente é a fitomassa de espécies fabáceas. Foram conduzidos estudos com resultados promissores com as fitomassas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) (Souza Júnior *et al.*, 2023), de leucena (*Leucaena leucocephala*), de tefrósia (*Tephrosia sinapou*), de flemingia (*Flemingia macrophylla*) e do feijão-guandu (*Cajanus cajan*) (Goulart, 2020; Goulart, 2023). Como já destacado, a gestão de resíduos contribui para maior autonomia dos agricultores, fortalece os conceitos da economia circular e corrobora com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (ONU, 2015), fato que contribui para a expansão da agricultura de base sustentável.

Conclusões

As formulações de compostos fermentados envolvendo a mistura dos farelos de trigo e de mamona devem conter um limite mínimo de 40% da fonte de energia, representada pelo farelo de trigo, para atender a faixa de pH preconizada.

Os microrganismos obtidos em produto comercial ou aqueles coletados sob as serrapilheiras de espécies permanentes podem ser utilizados como inoculantes visando à obtenção de compostos fermentados com valores de pH adequados.

O teor de umidade provoca modificações no valor pH dos compostos fermentados, sendo preconizada a utilização de 450 mL de solução inoculante para cada kg da mistura de farelos, visando alcançar um teor de umidade mínimo de 35%.

O período mínimo de fermentação foi estabelecido em 9 dias para compostos mantidos em ambiente com temperatura próxima de 30°C, levando em consideração a acidez e as características olfativas dos compostos fermentados.

O custo de produção do composto fermentado é relativamente baixo, cuja estimativa para cada kg de composto formulado com os farelos de trigo e de mamona é de R\$ 1,10.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) representada pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, à Embrapa Agrobiologia, à CAPES pela bolsa de estudos, ao CNPq e à FAPERJ. À engenheira agrônoma Ana Paula Pegorer de Siqueira (*In memoriam*), ao engenheiro agrônomo Manuel Beauclair de Siqueira e a bióloga Sakae Kinjo.

Referências

- ABO-SIDO N.; GOSS, J. W.; GRIFTH, A. B.; KLEPAC-CERAJ. V. Microbial transformation of traditional fermented fertilizer bokashi alters chemical composition and improves plant growth. **BioRxiv**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2021.08.01.454634>. Acesso em: 10.dez.2023.
- ALMEIDA, N. R.; OLIVEIRA, I. C.; TAVARES, M. F. A.; SANTOS, G. M. S.; MONTAL, M. C. C.; OLIVEIRA, L. M. F. Avaliação da qualidade microbiológica e microscópica do farelo de trigo destinado à alimentação. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 19, n. 1-4, p. 9-18, 1992.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952-3979, 2018.
- CASTILLO, D. E.; ESTILLER, G. H.; JADIE, R. R. Extension training on Bokashi fertilizer production. **Puissant**, v. 4, p. 1387-1397, 2023.
- CORDEIRO, M. W. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; CORDEIRO, A. F. S. Silagens de forrageiras tropicais adaptadas às condições do semiárido. **Nucleus Animalium**, v. 13, n. 1, p. 5-25, 2021.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTT, I. R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.
- FREIRE, L. R.; CAMPOS, D. V. B.; LIMA, E.; ZONTA, E.; BALIEIRO, F. C.; GUERRA, J. G. M.; POLIDORO, J. C.; ANJOS, L. H. C.; LEAL, M. A. A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, M. B. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013, 430p.
- GOULART, J. M. **Estratégias de produção in situ de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para a confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface consorciadas em cultivo orgânico**. 78p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.
- GOULART, J. M. **Compostos fermentados farelados: comunidades microbianas e eficiência agrônômica associadas à fertilização no cultivo orgânico de hortaliças**. 2023. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023.

GASHUA, A. G.; SULAIMAN, Z.; YUSOFF, M. M.; SAMAD, M. Y. A.; RAMLAN, M. F.; MOKHATAR, S. J. Short-Term Effects of Bokashi Fertilizer with Reduced NPK fertilization on soil fertility, growth, and yield of rubber trees. **Pertanika Journal Tropical Agricultural Science**, v. 46, p. 839-859, 2023.

GHANEM, K.; EL-ZABALAWY, K.; MUSTAFA, A.; ELBANNA, B. Impact of using compost Bokashi resulting from recycling kitchen waste on head Lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata L.) grown organically at home. **Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering**, v. 8, p. 21-27, 2017.

HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.

KAKAR, K.; NITTA, Y.; ASAGI, N.; KOMATSUZAKI, M.; SHIOTSU, F.; KOKUBO, T.; XUAN, T. D. Análise morfológica na comparação de fertilizantes orgânicos e químicos na qualidade de grãos de arroz em diferentes densidades de plantio. **Ciência da Produção Vegetal**, v. 22, p. 510-518, 2019. Disponível em: <https://Doi.Org/10.1080/1343943x.2019.1657777>. Acesso em: 22 ago. 2024.

LIMA, P. H. de. **Fertilização com composto orgânico fermentado e o emprego de cobertura morta do solo no desempenho agroecológico de hortaliças em sucessão**. Seropédica: UFRRJ. 2018. 158 p. (Tese, Doutorado em Fitotecnia).

MAASS, V.; CÉSPEDES, C.; CÁRDENAS, C. Efeito do Bokashi melhorado com fosfato de rocha no cultivo de salsa sob manejo orgânico em estufa. **Revista Chilena de Pesquisa Agrícola**, v. 80, p. 444-451, 2020. Disponível em: <https://Doi.Org/10.4067/S0718-58392020000300444>. Acesso em: 22 ago. 2024.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

MERTA, I. W.; RAKSUN, A. Growth response of bok choy (*Brassica rapa* L.) due to the different dose and times of giving bokashi. **Jurnal Pijar MIPA**, v. 16, n. 4, p. 542-546, 2021.

OLIVEIRA, E. A. G.; RIBEIRO, R. L. D.; LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. S.; ESPINDOLA, J. A. A.; ROCHA, M. S.; BASTOS, T. C.; SAITER, O. **Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014. 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98).

OLIVEIRA, A. C. V.; SILVA, A. S.; MOREIRA, T. A. Economia circular: conceitos e contribuições na gestão de resíduos urbanos. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, p. 273-289, 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em 13.dez.2023.

PIAN, L. B. **Influência da fertilização de origem vegetal em atributos biológicos e químicos do solo e no desempenho agroecológico de hortaliças em sistemas orgânicos**. (Tese, Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

PIAN, L. B.; GUERRA, J. G. M.; BERBARA, R. L.L.; JESUS, M. S. C.; BARBOSA JÚNIOR, J.; ARAÚJO, E. S. Characterization, nitrogen availability, and agronomic efficiency of fermented composts in organic vegetable production. **Organic Agriculture**, v. 13, p. 461-481, 2023.

PINEDO, L. A.; SANTOS, B. R. C.; FIRMINO, S. S.; CORTES, L. C. D. S. L.; BRAGA, A. P.; LIMA, P. O.; PINTO, M. M. F. Silagem de sorgo aditivada com coproduto alternativo da torta de semente de cupuaçu/ Sorghum silage enriched whit by-products the cupuaçu seed cake. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 29633-29645, 2019.

QUALITYSILAGE. Disponível em: <https://qualitysilage.com/pt-br/resolva-os-desafios/cheiros-da-silagem/>. Acesso em: 11 de julho 2023.

QUIROZ, M.; CÉSPEDES, C. Bokashi as an amendment and source of nitrogen in sustainable agricultural systems: a Review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19(1), p. 237-248, 2019.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAGÃO, A. S. L.; DÓREA, J. R. R. Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 6, p. 1423-1429, 2010.

SHINTANI, M.; LEBLANC, H.; TABORA, P. Bokashi (Abono Orgânico Fermentado), Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de Desechos Modernos. **Guácimo (CR): Universidad EARTH**. Guía para uso práctico, v. 1, p. 25, 2000.

SILVA, F. C.; BERTON, R. S.; CHITOLINA, J. C.; BALESTEIRO, S. D. Agropecuária: **Uso agrícola do composto de lixo no Estado de São Paulo: recomendações técnicas**. Campinas, MAPA. (Circular Técnica da Embrapa Informática Agropecuária), 2002.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 416-421, 2016.

SILVA, F. S. **Prospecção de Plantas Espontâneas com Potencial Alimentício e Avaliação Agroeconômica de um Módulo de Cultivo Orgânico**. 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

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

SOUZA JÚNIOR, J. B.; GUERRA, J. G. M.; GOULART, J. M.; SILVA, L. O.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. 2023. Agronomic efficiency of fermented composts in organic fertilization management of butterhead lettuce and green leaf lettuce. **Horticultura Brasileira**, v. 41, e2609, 2023.

SOUZA, T. S de. **Viabilidade agroeconômica e dinâmica das populações de joaninhas de um sistema de cultivo orgânico diversificado de hortaliças**. 2022. 165p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.

TOMICH, T. R.; 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. 20p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 57).

VERIATO, F. T.; PIRES, D. A. de A.; TOLENTINO, D. C.; ALVES, D. D.; JAYME, D. G.; MOURA, M. M. A. Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 40, e34458, 2018.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R.; DANTAS, P. A. de S.; SILVA, T. C. da; PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616, 2010.