

## Efeito de fontes de composto bokashi sobre o pH, condutividade elétrica e emissão de CO<sub>2</sub> no solo

### EFFECT OF BOKASHI COMPOST SOURCES ON SOIL PH, ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Reni Saath<sup>1</sup> , Nathália de Oliveira Sá<sup>1</sup> , Gustavo Lopes Pereira<sup>1</sup> , Amanda Weiss Ziglioli<sup>1</sup>, Tiago Guidini Dutra<sup>1</sup>, Eduarda Fiais de Lima<sup>1</sup>

O bokashi é um adubo orgânico que tem tido aumento em sua procura devido seu grande potencial de melhoria do solo. Diante disso, este estudo baseou-se em analisar a dinâmica da biodiversidade de microrganismos em função da adição de bokashi ao solo. O experimento foi dividido em etapas, sendo conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Na primeira etapa foi avaliado a variação do pH e condutividade elétrica do solo com um e sete dias após a aplicação de quatro formulados bokashi (Plantae Fert®, Kefir, Microrganismos Eficientes (EM) e Sementes Brasil®). Na segunda etapa foi avaliado o pH e a emissão de CO<sub>2</sub> na solução do solo sob diferentes condições (solo; solo + palha; solo + bokashi; solo + palha + bokashi) e aplicação de bokashi (kefir), com quatro repetições por tratamento. Os dados foram avaliados através da análise de variância e comparados pelo teste Tukey com 5% de significância. Em condições ideais, o bokashi tem influência no aumento da biodiversidade de microrganismos no solo.

**Palavras-chave:** Biodinâmica. Composto fermentado. Microambiente. Indicadores de qualidade.

Bokashi is an organic fertilizer that has been increasingly sought after due to its great potential for soil improvement. Therefore, this study was based on analyzing the dynamics of microorganism biodiversity as a function of the addition of bokashi to the soil. The experiment was divided into stages and conducted in a completely randomized design. In the first stage, the variation in soil pH and electrical conductivity were evaluated one and seven days after the application of four bokashi formulations (Plantae Fert®, Kefir, Microrganismos Eficientes (EM) and Sementes Brasil®). In the second stage, the pH and CO<sub>2</sub> emissions in the soil solution were evaluated under different conditions (soil; soil + straw; soil + bokashi; soil + straw + bokashi) and application of bokashi (kefir), with four replicates per treatment. The data were evaluated through analysis of variance and compared by the Tukey test with 5% significance. Under ideal conditions, bokashi has an influence on increasing the biodiversity of microorganisms in the soil.

**Keywords:** Biodynamics. Fermented compost. Microenvironment. Quality indicators

**Autor Correspondente:**  
Reni Saath

**E-mail:** rsaath@uem.br

**Declaração de Interesses:**  
Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá

## INTRODUÇÃO

Os microrganismos desempenham um papel importante para as plantas, influenciando na disponibilidade de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das raízes e melhorando o desempenho das culturas (Mass et al., 2020; Pereira et al., 2022; Wang, et al., 2019).

A atividade dos microrganismos pode ser mensurada pelas alterações ocasionadas no solo, como o pH e a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida, sendo decorrente da respiração de microrganismos e raízes, e um dos métodos mais utilizados para avaliar a atividade microbiana (Evangelista; Nogueira; Capram, 2020; Viana et al., 2020; Olle, 2021).

O composto fermentado bokashi é um produto promissor e benéfico para a produção agrícola, tendo em vista que tende a melhorar a fertilidade do solo, a saúde das plantas, o rendimento e a qualidade dos alimentos (Olle, 2021), aumentando o índice de clorofila e níveis de fósforo foliar de plantas, além do teor de fósforo do solo (Mass et al., 2020; Pereira et al., 2022), favorecer a qualidade física (Mota et al., 2015), química (Novak et al., 2021) e a microbiota do solo (Ferreira; Stone; Martin-Didonet, 2017; Queiroz et al., 2019).

A produção de CO<sub>2</sub> no interior do solo, um processo bioquímico básico diretamente relacionado à atividade biológica, como a respiração de raízes e a decomposição da matéria orgânica pela atividade microbiana. Ou seja, a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada, decorrente da respiração de microrganismos e raízes, é um dos métodos que permite avaliar a atividade microbiana (Iwata et al., 2020; Silva et al., 2020) ou identificar estratégias para a manutenção da qualidade de solos agrícolas (Ferreira et al., 2018; Melonni et al., 2018).

Considerando o composto fermentado bokashi, um produto promissor e benéfico para a produção agrícola e tendo em vista compreender sua dinâmica no solo, o estudo teve como objetivo analisar a dinâmica da biodiversidade de microrganismos com a aplicação do bokashi no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na primeira etapa do estudo, foram caracterizados diferentes compostos fermentados tipo bokashi quanto ao pH e condutividade elétrica (CE). Os produtos analisados envolvem duas fontes comerciais (Bokashi Sementes Brasil® e Bokashi Plantae Fert®) e duas fontes produzidas em propriedade rural (Bokashi Kefir e Bokashi Microrganismos Eficientes - EM) em projeto de pesquisa associado. Para determinação do pH e CE foram coletadas 10 cm<sup>3</sup> por amostra, dos diferentes tipos de bokashi, sendo obtido quatro amostras cada.

Após separados em copos descartáveis devidamente identificados, foram adicionados 50 mL de água destilada, sendo submetidas a agitação em mesa agitadora, em seguida por meio de pHmetro e condutímetro de bancada realizou-se a leitura na solução dos valores de pH e de CE respectivamente.

Amostras de bokashi, com mesmo número de repetições (quatro por produto), foram mantidas úmidas durante sete dias (em laboratório) para posterior avaliação do pH e CE. As determinações foram realizadas de acordo com a mesma metodologia de extração, a fim de comparar das variáveis nas diferentes condições.

Na segunda etapa do estudo, foi utilizada para identificação de atividades microbiana a análise da emissão de CO<sub>2</sub> pelo composto bokashi. Para avaliação foram utilizados os quatro compostos analisados (bokashi comercial e fabricado), com quatro repetições. Amostras de composto bokashi (15 g) foram umedecidas e acondicionadas em potes de vidro (0,5 L), sendo mantido em seu interior copo descartável contendo 20 mL de NaOH (1M). A solução de NaOH foi adotada para absorção do CO<sub>2</sub> emitido, conforme metodologia apresentada por Sato (2013). Como padrão de branco, amostras de solução de NaOH foram acondicionadas em embalagens de vidro sem presença do composto

fermentado. As embalagens foram fechadas e armazenadas durante quatro dias para posterior avaliação. A determinação foi realizada por titulação, sendo utilizado três gotas de fenolftaleína a 1% como indicador e a solução de HCl ( $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ) para titular.

Para determinação do CO<sub>2</sub> emitido durante o armazenamento pelo composto bokashi, foi considerada a equação apresentado por Sato (2013), considerando o volume de solução de HCl utilizada, o tempo de duração da avaliação e os resultados obtidos no branco.

Na terceira etapa do projeto, foi realizada a determinação da emissão de CO<sub>2</sub> no solo em diferentes condições de aplicação de bokashi e cobertura do solo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), utilizando solo (Nitossolo Vermelho distroférrico).

O solo acondicionado em 16 vasos plásticos com capacidade de  $5 \text{ dm}^{-3}$ , no delineamento experimental com quatro vasos por tratamento: T1 (solo sem palha); T2 (solo + bokashi sem palha); T3 (solo + palha); T4 (solo + bokashi + palha), sendo em cada vaso, sobre substrato, acoplado uma câmara de coleta, constituída de copo descartável (receber uma solução de NaOH) inserido em uma garrafa PET, capacidade de 1 L sem fundo. Os tratamentos devidamente identificados, os respectivos vasos com o conjunto garrafa + copo receberam a solução de NaOH nos copos descartáveis.

Após período de 14 dias, foi computado o CO<sub>2</sub> emitido em cada condição experimental, sendo analisado o efeito do bokashi no solo sobre diferentes condições. Durante a coleta de dados foi possível observar a olho nu a atividade de microrganismos dentro do recipiente analisado. Após a remoção da câmara de confinamento, foram coletadas amostras de solo para determinação do pH. No preparo dos testes foram pesados 10 g de solo e adicionados 25 mL de água destilada e após agitação em mesa agitadora durante 5 minutos efetuou-se a leitura do pH.

A solução mantida nos copos descartáveis foi armazenada em garrafa e levada ao laboratório para a análise. No preparo das amostras para as avaliações, foi adicionado à solução de cada tratamento três gotas de fenolftaleína, seguida do processo de titulação com solução de HCl.

Os dados foram tabulados, comparados pelo teste de médias e, na interpretação os resultados analisados pelo teste Tukey com 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, dos diferentes tipos de bokashi, apenas na solução do solo com o bokashi "Sementes Brasil" houve redução de pH após a incubação por sete dias, enquanto os valores de condutividade elétrica (CE) da solução do solo oriunda de composto fermentado (bokashi) incubado com solo por sete dias aumentou significativamente para todos os produtos testados (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados das variáveis pH e Condutividade elétrica na solução do solo com bokashi Plantae Fert, bokashi Kefir, bokashi EM e bokashi Sementes Brasil (antes e após) incubação por sete dias.

Bokashi	Tempo (dia)			
	pH		Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	
	1	7	1	7
Plantae Fert	7,24 a	7,24 ab	3.165,0 bc	6.769,5 a
Kefir	6,06 ab	8,11 a	5.900,5 a	5.976,0 b
EM <sup>(1)</sup>	5,82 c	7,54	4.375,5 b	6.902,0 a
Sementes Brasil	7,76 a	6,96 b	2.993,0 c	6.159,5 ab
Média	6,72	7,46	4.108,5	6.471,7
CV (%)	13,86	6,60	32,70	7,02

Legenda: (1) EM - Microrganismos eficientes

\*valores seguidos de mesma letra, para produto na coluna, e para tempo na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de significância.

As alterações no pH e CE (Tabela 1) estão relacionadas às características químicas dos produtos, conforme reportado por Pereira et al. (2022) que trabalhou com formulados semelhante, além do efeito da atividade biológico (Olle, 2021). Considerando o efeito em curto prazo (até sete dias), se torna necessário a análise do impacto da aplicação dos diferentes formulados sobre a implantação de cultivos ou consequências sobre cultivos estabelecidos. Assim como na etapa 1, os tratamentos envolvendo a aplicação de bokashi na segunda etapa apresentaram variação significativa ( $p < 0,05$ ) no pH do solo aos 14 dias de incubação, sendo os valores superiores a condição sem aplicação (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de pH e de CO<sub>2</sub> emitido pelo solo após 14 dias de incubação com bokashi Kefir.

Condição	pH	Emissão de C-CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup> (C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> solo dia <sup>-1</sup> )
Solo	5,30 b	12,8 c
Solo + palha	5,49 b	17,4 b
Solo + bokashi	5,75 a	20,3 a
Solo + palha + bokashi	5,78 a	21,7 a
Média	5,58	18,1
CV (%)	4,78	21,78

Legenda: (1) Avaliação conforme metodologia descrita por Pinto (2018).

\*valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de significância

Com a aplicação de bokashi a taxa de emissão de CO<sub>2</sub> foi elevada, resultado da interação dos microrganismos com o meio (Olle, 2021). Os resultados do presente estudo (Tabela 2) são similares aos apresentados por Pinto (2018), que obteve taxa de emissão de 4 e 17 C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo dia<sup>-1</sup> aos sete dias de incubação e taxas entre 14 e 26 C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo dia<sup>-1</sup> aos 56 dias de incubação, sendo os maiores valores obtido com a aplicação de bokashi. Diante dos resultados observados, percebe-se a necessidade de avaliação de compostos fermentados bokashi em diferentes períodos e condições para compreensão das interações existentes e alterações provocadas no solo.

Ainda, ao analisar de forma comparativa os resultados (Tabela 1) com as informações (Tabela 2), pode ser constatado par o bokashi kefir que no período de incubação de 14 dias, o pH do substrato diminuiu, indicando a importância de avaliar parâmetros como pH e condutividade elétrica, para evitar toxidez no solo associado a adição do bokashi ao solo.

Lopes et al. (2022), justifica que estudos com o bokashi são essenciais, já que devido a composição de ingredientes à formulação do produto e/ou doses adicionadas ao solo apresentam potencial para causar fitotoxicidade a microbiota do solo. Ainda, semelhante ao reportado por Prayogo (2018) cujo resultado aponta que o bokashi aumenta o pH do solo, também foi constatado a elevação de pH na solução em função do bokashi incorporado ao solo (Figura 1).



Figura 1 - Valores de pH da solução do solo e da solução do solo após incorporação de bokashi

O pH do solo fornece indícios das condições químicas gerais do solo, influenciando diretamente a dinâmica de nutrientes no solo e afeta o estabelecimento da vegetação. A incorporação do bokashi ao solo elevou o pH dos solos (Figura 1), fato que justifica o uso comercial, principalmente como um corretivo orgânico, promover a fertilidade do solo, visando aumentar o teor de N, logo o crescimento das plantas (Queiroz et al., 2019). O índice de pH, também pode evidenciar ou corroborar com a ocorrência e permanência da degradação (Barbosa; Oliveira, 2022).

No caso, o uso do bokashi eleva os teores de carbono da biomassa microbiana e do carbono orgânico total do solo, configurando a microbiota do solo (Dantas et al., 2021), que como meio de crescimento para os microrganismos, fornece um microambiente adequado para EM no solo (Dantas et al., 2021; Perin et al., 2018), cujo resultado na coletada de dados, foi visível ao constatar a presença de fungos no solo somente nos vasos com incorporação de bokashi, ou seja, nos vasos com solo sem bokashi, não foi observada a formação a microbiota com microrganismos.

Queiroz et al. (2019), avaliando a qualidade do solo em área com diferentes manejos no semi-árido brasileiro, verificaram que a CE apresentou sensibilidade na distinção dos ambientes e os maiores valores para esse parâmetro foram constatados nas áreas com maiores riscos de degradação. Para Melloni et al. (2018), a análise dos parâmetros microbiológicos permite avaliar e identificar as melhores estratégias de uso do solo visando a manutenção da qualidade e sustentabilidade ambiental.

Essa observação sinaliza que a incorporação de bokashi, embora tenha relação com diversas propriedades dos ingredientes de formulação, como indicador de qualidade química do solo potencializa a produção do teor de Carbono Orgânico Total (COT) conforme Iwata et al. (2020). Ou seja, está relacionado a maior oferta de resíduos vegetais cuja decomposição contribui para o aumento de cátions básicos acarretando em pH mais elevado como observado (Tabela 1). Nesse sentido, Iwata et al. (2020), indicando que a condição ideal do teor de COT está associada aos melhores níveis de conservação do solo, constataram valores de pH mais próximos a neutralidade em áreas sob manejo conservacionista no semiárido. Logo, os atributos físico-químicos do solo são melhorados pela utilização de compostos orgânicos fermentados, assim, podendo ser o carbono, um atributo utilizado como indicador ecológico em área degradada (Ferreira; Stone; Martin-Didonet, 2017; Melloni et al., 2018; Queiroz et al., 2019).

Pois, os quocientes microbiano (qMIC) e metabólico (qCO<sub>2</sub>) determinados a partir do COT do solo, do C-BMS e da C-CO<sub>2</sub> também podem ser usados no monitoramento da degradação, uma vez que, indicam a qualidade do solo. Conforme Dadalto et al. (2015), o qMic representa a relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total, ou seja, a relação indica a dinâmica da biomassa microbiana, refletindo a eficiência dos microrganismos na utilização dos compostos orgânicos. Os valores de qMic indicam o quanto a matéria orgânica do solo (MOS) é ativa e está sujeita a ser decomposta pela microbiota (Barbosa; Oliveira, 2022; Dadalto et al., 2015), ocorrendo assim a liberação de nutrientes para o solo. Baixos valores desse parâmetro podem evidenciar baixa atividade microbiana, matéria orgânica de qualidade inferior e menor reserva de compostos orgânicos na área, sendo essas características mais comuns de serem encontradas em áreas sob degradação (Barbosa, Oliveira, 2022).

A partir dessa hipótese e considerando a respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) que expressa a atividade microbiana no solo tem sido utilizada como indicador de qualidade no monitoramento da degradação, vale um alerta que o parâmetro pode apresentar uma ação dualística. Pois em áreas com aporte constante de material orgânico, a atividade microbiana é responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, promovendo assim a mineralização da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, sendo benéfico para o solo. Entretanto, em áreas com baixos teores de MOS e intenso revolvimento, o aumento de C-CO<sub>2</sub> pode indicar decomposição do material orgânico presente nos agregados do solo. Portanto, sendo um dos parâmetros do solo mais sensíveis as alterações ambientais, o atributo com um importante indicador microbiológico da qualidade do solo, pode indicar problemas ou melhorias no ambiente edáfico (Silva et al., 2015). Logo, as altas taxas de C-CO<sub>2</sub> podem indicar tanto distúrbio quanto equilíbrio ecológico, sendo recomendado uma completa análise contextual para a correta interpretação dos resultados (Barbosa; Oliveira, 2022).

Considerando a emissão de CO<sub>2</sub> (C-CO<sub>2</sub> kg-1 solo dia-1), do presente estudo (Tabela 2), o bokashi Kefir estimulou positivamente os teores de carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico total do solo (emissão de CO<sub>2</sub>), bem como, elevou a CE e o pH do solo, logo pode-se afirmar que sua incorporação beneficiou a dinâmica da biodiversidade no solo que, por sua vez, como fertilizante (Novak et al., 2021), associado a biomassa de cobertura favorece o microambiente (Ferreira et al., 2018; Mota et al., 2015) para o desenvolvimento de microrganismos efetivos (EM), refletindo direto no desenvolvimento vegetativo das plantas e na produtividade constatado por Xavier et al. (2019), enquanto o uso de EM, promoveu acréscimo no diâmetro total da cabeça de alface (Augusto et al., 2022).

Assim, estudos setORIZADOS que investiguem a eficácia de atributos químicos e biológicos bokashi incorporado ao solo na predição e monitoramento da biodinâmica da incorporação de bokashi ao solo são necessários.

## CONCLUSÃO

Os valores de pH e de condutividade elétrica do solo foram alterados em função do formulado bokashi utilizado. A incorporação de composto fermentado bokashi alterou os valores de pH e da taxa de emissão de CO<sub>2</sub> do solo.

A adição de bokashi elevou os teores de carbono da biomassa microbiana e do carbono orgânico total do solo, favorecendo a biodiversidade da microbiota de microrganismos eficientes (EM) no solo avaliado.

Estudos setorizados que investiguem a eficácia de atributos químicos e biológicos do bokashi incorporado ao solo na predição e monitoramento da biodinâmica da incorporação de bokashi ao solo são necessários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AUGUSTO, J.; SENA, J. O. A.; HATA, F. T.; CUNHA, F. A. D.; CAMPOS, T. A. Produção de alface americana orgânica sob doses de pó de rocha basáltica, composto orgânico e microrganismos eficientes. **Agrarian**, v.15, n.55, e15153, 2022. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15153>
- (2) BARBOSA, T. C. S.; OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores químicos e biológicos de qualidade do solo utilizados no monitoramento da degradação em ambientes semiáridos: análise do estado da arte. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.3, p.17403-17423, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-126>
- (3) DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Revista Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p. 506-513, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p506-513/2015>.
- (4) DANTAS, J. O.; PERIN, L.; ANDRADE, A. R.; BARROS, C. C.; FARIAS, F. J.; MENEZES, B. F.; MENEZES, V. M. M.; ALVES, A. E. O.; ARAÚJO-PIOVEZAN, T. G. Artrópodes e microbiota do solo em sistema agroecológico de produção no semiárido nordestino, Simão Dias, Sergipe. In: SOUSA, C. S.; LIMA, F. S.; SABIONI, S. C. Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021. p. 267-281. DOI: <https://doi.org/10.37885/978-65-87196-73-2>.
- (5) FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170003>.
- (6) IWATA, B. F.; COSTA, M. C. G.; LEITE, L. F. C.; NASCIMENTO, B. L. M.; ALMEIDA, K. S.; BARBOSA, D. L. S.; SOUSA JÚNIOR, E. L.; BRANDÃO, M. L. S. M. Manejo de resíduos em Argissolo sob agrofloresta no semiárido cearense. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20702-20716, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-300>.
- (7) MASS, V.; CÉSPEDES, C.; CÁRDENAS, C. Effect of bokashi improved with rock phosphate on parsley cultivation under organic greenhouse management. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 80, n. 3, p. 444-451, 2020.
- (8) MELLONI, R.; COSTA, N. R.; MELLONI, E. G. P.; LEMES, M. C. S.; ALVARENGA, M. I. N.; NUNES NETO, J. Sistemas agroflorestais cafeeiro-araucária e seu efeito na microbiota do solo e seus processos. **Revista Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 784-795, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832392>.
- (9) MOTA, J. C. A.; ALENCAR, T. L.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Alterações físicas de um cambissolo cultivado com bananeira irrigada na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1015-1024, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140018>.
- (10) NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; FERREIRA, F. S.; MAESTRE, M. R. Composição química do solo em diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1063-1085, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828995>.
- (11) OLLE, M. Review: Bokashi technology as a promising technology for crop production in Europe. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 96, n. 2, p. 145-152, 2021.
- (12) PEREIRA, G. L.; ARAÚJO, L. L.; WENNECK, G. S.; SAATH, R.; GHUIDOTTI, G. C.; BERTOLO, R. P. Physicochemical characterization of fermented Bokashi compost produced on-farmin southern Brazil. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 9, n. 2, e6926, 2022.
- (13) PERIN, L.; FARIAS, F. J.; SILVA, T. C. C. B.; MENEZES, V. M. M.; PINHEIRO, S. S. C. Atributos químicos e microbiológicos do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Expressão Científica**, v. 3, n. 1, p. 34-41, 2018. Disponível em: < <https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/REC/article/view/235/234>>

- (14) PINTO, D. F. P. **Composto bokashi com inóculo nativo e comercial, farinha de penas e a disponibilidade de nitrogênio e fósforo**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2018. 60p.
- (15) QUEIROZ, G. C. M.; SILVA, F. W. A.; PORTELA, J. C.; OLIVEIRA, V. N. S.; SANTOS, M. V. Densidade e resistência do solo à penetração de raízes em agroecossistemas no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 497-505, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6355>.
- (16) SILVA, T. C.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; BLUM, S. C.; SOUSA, A. M.; AZEVEDO, B. M. Atributos químicos e atividade microbiológica em Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo com e sem queima em condições de semiárido. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 575-588, 2020. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)07160](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)07160)
- (17) SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J. S.; SILVEIRA, A. O.; SILVA, D. A. A.; RACHE, M. M.; PASSOS, V. H. G.; SILVA, B. R. Indicadores microbiológicos de solo em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1585-1594, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcscs20150138>.
- (18) VIANA, J. D. S., BORDA, C. A. R., PALARETTI, L. F. Application of bokashi organic fertilizer in production of lettuce (*Lactuca sativa*). **Horticulture International Journal**, v. 4, n. 5, p. 200-201, 2020.
- (19) XAVIER, M. C. G.; DOS SANTOS, C. A.; COSTA, E. S. P.; CARMO, M. G. F. Produtividade de repolho em função de doses de bokashi. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 17-22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v6i1.2372>

Recebido: 04 de março de 2025

Versão Final: 12 de março de 2025

Aprovado: 10 de junho de 2025



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.