

MONO E CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VERDURAS COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA BOVINOCULTURA DE LEITE: QUALIDADE DO BIOFERTILIZANTE

BRUNA HINTERHOLZ¹, JÉSSICA CAROLINE DE LIMA², EDILENE DA SILVA PEREIRA³, EDUARDO LUIZ BULIGON⁴, MÔNICA SAROLLI SILVA DE MENDONÇA COSTA⁵, LUIZ FRANCISCO SAROLLI SILVA DE MENDONÇA COSTA⁶

¹ Eng. Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola - PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel - PR, bruna.hinterholz@hotmail.com

² Eng. Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, PGEAGRI-UNIOESTE, Cascavel - PR.

³ Eng. Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, PGEAGRI-UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁴ Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, PGEAGRI-UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Doutora em Engenharia Agrícola, PGEAGRI-UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁶ Graduando em Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon - PR.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Objetivou-se avaliar a monodigestão (MonoDA) e a codigestão anaeróbia (CoDA) dos resíduos de frutas e verduras (RFV) com água residuária bovinocultura de leite (ARBL) na qualidade do biofertilizante. Foram utilizados três reatores modelo tubular horizontal (60L), alimentados no regime semicontínuo, mantidos em temperaturas mesofílicas, com tempo de retenção hidráulica (TRH) de 30 dias. Foram avaliados três tratamentos, T₁: MonoDA RFV; T₂: CoDA e T₃ MonoDA ARBL. Amostras de biofertilizante foram coletadas semanalmente, durante cinco semanas quando os reatores estavam estabilizados, configurando cinco repetições de cada tratamento. Foram determinados os teores de macronutrientes em cada amostra, em duplicata. Os resultados revelaram que a concentração de N, P e K foi estatisticamente superior no biofertilizante proveniente da MonoDA dos RFV. Entretanto, visando o uso agrícola, a CoDA apresentou concentrações de NPK estatisticamente superiores à MonoDA da ARBL, com teores superiores de N (25%), P (11%) e K (22%). Conclui-se que a CoDA aumenta a concentração de macronutrientes no biofertilizante quando comparada a MonoDA da ARBL.

PALAVRAS-CHAVE: macronutrientes, fertilizante renovável, CEASA

BIOFERTILIZER QUALITY FROM ANAEROBIC MONO AND CO-DIGESTION OF FRUITS AND VEGETABLES WASTE AND DAIRY FARMING WASTEWATER

ABSTRACT: The aim of this research was to evaluate the monodigestion (AMoD) and anaerobic codigestion (ACoD) of fruit and vegetable waste (FVW) with dairy farming wastewater (DFWW) in the biofertilizer quality. Three plug flow reactors (60L) were used, fed in a semi-continuous regime, maintained at mesophilic temperatures, with a hydraulic retention time (HRT) of 30 days. Three treatments were evaluated, T₁: AMoD FVW; T₂: ACoD and T₃ AMoD DFWW. Biofertilizer samples were collected weekly, during five weeks when the reactors were stabilized, setting up five repetitions of each treatment. Macronutrient levels were determined in each sample, in duplicate. The results revealed that the concentration of N, P and K were statically superior than in AMoD of DFWW. However,

aiming at agricultural use, the ACoD of the WFV with DFWW showed statistically higher NPK concentrations than the AMoD of the DFWW, with higher concentration of nitrogen (25%), phosphorus (11%) and potassium (22%). It is concluded that ACoD increases the concentration of macronutrients in the biofertilizer when compared to AMoD DFWW.

KEYWORDS: macronutrients, renewable fertilizer, CEASA

INTRODUÇÃO: No Brasil, as Centrais de Abastecimento (CEASA's) são responsáveis pela distribuição de produtos hortigranjeiros, o que incluem frutas e verduras. A destinação dada aos resíduos de frutas e verduras no município de Cascavel é o aterro sanitário. Entretanto, este resíduo pode ser destinado ao processo de digestão anaeróbia (DA), promovendo o saneamento ambiental, a produção de energia (biogás/metano) e de biofertilizante (nutrientes). O uso do biofertilizante como alternativa aos fertilizantes minerais é importante para a situação do Brasil, que apesar de despontar como o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, atrás da China, Estados Unidos e Índia (EMBRAPA, 2021), apresenta 85% de dependência de fertilizantes, sendo a Rússia a principal fornecedora. Como estratégia para reduzir a dependência de importação de fertilizantes minerais, dando oportunidade aos fertilizantes orgânicos e organominerais, o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) apresenta pontos que envolvem desde a sustentabilidade ambiental que envolve a inserção de resíduos orgânicos na cadeia produtiva de fertilizantes (economia circular, agricultura de baixo carbono, avaliação de ciclo de vida), até o estabelecimento de políticas públicas de estímulo ao aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos (BRASIL, 2021). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2021) os nutrientes mais aplicados são: potássio (K) 38%, fósforo (P) 29% e nitrogênio (N) 29%. O valor agrônomo de um biofertilizante está diretamente ligado à sua composição química. Dessa forma, objetivou-se avaliar o incremento no valor agrônomo do biofertilizante proveniente da MonoDA da ARBL quando em CoDA com RFV.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no anexo do Laboratório de Análises de Resíduos Agroindustriais (LARA), no Bloco H localizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), na cidade de Cascavel, Paraná (PR). Os resíduos de frutas e verduras utilizados para o experimento foram provenientes do Banco de Alimentos que recebe da Central de Abastecimento do Paraná S.A (CEASA), do município de Cascavel - (PR). Utilizaram-se as frutas e verduras que foram descartadas, danificadas, em estágio de putrefação e que não estavam nos padrões para comercialização. A água residuária da bovinocultura de leite foi proveniente de propriedade rural localizada no município de Céu Azul - PR. Foram utilizados três reatores de bancada, um para cada tratamento, confeccionados com tubos de PVC, com volume de trabalho da câmara digestora de 60 litros. Os tratamentos foram: T₁: MonoDa de RFV; T₂: CoDA RFV + ARBL e T₃: MonoDA ARBL. O tempo de retenção hidráulica foi de 30 dias, a carga diária de 2,0 L de carga diária com concentração de 3,5% de sólidos totais (ST). As principais análises de nutrientes contidos no biofertilizante dos tratamentos foram: N total, P total e K total. Para a determinação de N utilizou-se a metodologia de NTK (EMBRAPA, 2009) por meio da digestão da amostra com H₂SO₄ e mistura digestora (100g Na₂SO₄ ; 10g CuSO₄ ; 1g Se). A titulação da amostra foi realizada com H₂SO₄ a 0,1N. Fósforo total e potássio total foram obtidos pela digestão das amostras em solução nítrico-perclórica (3:1), o P foi detectado via absorvância, por meio de um espectrofotômetro UV-VIS Hach® e o K foi quantificado em fotômetro de chama, de acordo com MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA (1997). Para mensurar os macronutrientes secundários (Ca e Mg) foi utilizado o extrato proveniente da digestão nítrico-perclórica, sendo a leitura realizada por meio de espectrômetro de absorção atômica (Shimadzu®, modelo AA-

6300). Os resultados de macronutrientes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os teores de macro nutrientes primários (N, P, K) e secundários (Ca e Mg) encontrados na análise dos biofertilizantes obtidos pela MonoDA ou CoDA de RFV e ARBL, podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1. Teores de macronutrientes primários e secundários no biofertilizante

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ST ⁻¹				
T ₁	48,92 ^A ±2,14	7,24 ^A ±1,98	91,62 ^A ±9,93	18,11 ^C ±6,58	11,10±1,32
T ₂	38,81 ^B ±0,88	4,67 ^B ±0,96	68,11 ^B ±12,15	54,53 ^B ±4,28	11,94±0,74
T ₃	31,08 ^C ±0,72	4,19 ^C ±0,50	55,66 ^C ±11,34	77,13 ^A ±4,70	12,55±1,12
CV (%)	8,54	24,20	15,57	10,58	9,18

C.V.: coeficiente de variação.

Para os macronutrientes N, P e K, observa-se que a MonoDA de RFV apresentou concentrações estatisticamente maiores do que sua CoDA com ARBL e mesmo com a MonoDA da ARBL. Durante a MonoDA dos RFV foi necessário o reciclo do biofertilizante para manter a alcalinidade do processo. Foram reutilizados 40% do volume de biofertilizante a cada carga diária. Esta estratégia tanto favoreceu a DA dos RFV como potencializou o valor agrônomico do biofertilizante. Do ponto de vista do uso agrícola propriamente dito, a condição de CoDA é a mais favorável. Neste sentido, observa-se na Tabela 1 que este tratamento apresenta valores estatisticamente maiores que a MonoDA da ARBL. Este cenário representa ao produtor rural, ganho na questão de fertilizantes, quando se comparam a MonoDA e a CoDA. Para o N total, o incremento em relação à MonoDA da ARBL foi de aproximadamente 25%, 11% P e 22% para o K. Os resultados de literatura sobre a valorização agrônômica do biofertilizante comparando-se a MonoDA com a CoDA são escassos. A maioria comenta sobre a qualidade ambiental do biofertilizante (ASTALS et al., 2012; MOLINUEVO-SALCES et al., 2013; HUANG et al., 2016) com ênfase na concentração de íons solúveis de N, P e K, mas no sentido de realização de pós-tratamento para disposição ambientalmente segura do mesmo (AKHIAR et al., 2017).

A valorização agrônômica do biofertilizante proveniente da CoDA em comparação a MonoDA, em função do incremento de nutrientes que esta proporciona, é evidenciado em MONTORO et al. (2019) que observaram aumento de 13,5% para 22,9% em N e de 5,8% para 8,3% para K com a inserção de batata-doce (30%) à ARBL.

CONCLUSÕES: A MonoDA de RFV, em função do uso do reciclo, favorece a concentração de nutrientes no biofertilizante. Em termos de CoDA com dejetos da bovinocultura de leite, a inserção de RFV aumenta a qualidade agrônômica do biofertilizante e contribui para a economia circular na produção de grãos.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado dos alunos do PGEAGRI e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa Produtividade em Pesquisa à Orientadora.

REFERÊNCIAS:

AKHIAR, A.; BATTIMELLI, A.; TORRIJOS, M.; CARRERE, H.; Comprehensive characterization of the liquid fraction of digestates from full-scale anaerobic co-digestion. *Waste Management*, v. 59, p. 118-128, 2017.

ASTALS, S. et al. Co-digestion of pig manure and glycerine: Experimental and modelling study. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 4, p. 1091–1096, abr. 2011.

ATAEI, P. et al. The promotion of biofertilizer application on farms: Farmers' intentional processes. *Environmental Technology & Innovation*, v. 28, p. 102722, nov. 2022.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. 2º edição e revista ampliada. Pág. 197 - 198. 2009.

HUANG, X.; YUN, S.; ZHU, J.; DU, T.; ZHANG, C.; LI, X. Mesophilic anaerobic co-digestion of aloe peel waste with dairy manure in the batch digester: Focusing on mixing ratios and digestate stability. *Bioresource Technology*, v.218, p. 62-68, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MOLINUEVO-SALCES, B.; GÓMEZ, X.; MORÁN, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, M.C.; Anaerobic co-digestion of livestock and vegetable processing wastes: Fibre degradation and digestate stability. *Waste Management*. v. 33, p. 1332-1338, 2013.

MONTORO, S.B.; LUCAS JÚNIOR, J.de.; SANTOS, D.F.L.; COSTA, M.S.S.M. Anaerobic co-digestion of sweet potato and dairy cattle manure: a technical and economic evaluation for energy and biofertilizer production. *Journal of Cleaner Production*, v. 226, p. 1082-1091,2019.