
USO DE SOLUÇÃO DE MICRORGANISMOS DO SOLO EM COMPOSTAGEM DE GRAMA ESMERALDA

PELUZIO, Telma Machado de Oliveira¹
PASCHOA, Roberta Pena da²
PEDROSA, Manoel Victor Borges³
PELUZIO, João Batista Esteves⁴

Recebido em: 2021.11.29

Aprovado em: 2023.04.29

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3982

RESUMO: A demanda de alimentos é crescente no planeta, e para tal é necessário a adoção de práticas de adubação intensiva, que em muitos casos é cara e danosa ao meio ambiente. Num intuito de minimizar esse problema, existem técnicas de produção de compostos orgânicos, que aproveitam os dejetos e restos da propriedade rural. Pelo exposto objetiva-se a avaliar o efeito da aplicação de solução de microrganismos do solo no processo de compostagem da *Zoysia japonica*. Primeiro foi realizada a obtenção e multiplicação dos microrganismos do solo conforme metodologia proposta por Bonfin e colaboradores, que após sua estabilização determinou seu pH e sólidos totais. Para a compostagem foram montados 3 tratamentos com 5 repetições cada. Em todos os Tratamentos os produtos foram dispostos em camadas de 1 kg de grama esmeralda e 1,6 kg de esterco bovino. O Tratamento 2 e Tratamento 3 além das camadas foi adicionado 20 mL.L⁻¹ e 30 mL.L⁻¹ de microrganismo do solo respectivamente. A análise estatística foi ANOVA, num esquema fatorial. Na sequência foi realizada a análise química dos chorumes, sendo determinados os sólidos em água, sólidos totais, sólidos fixos, sólidos voláteis, sólidos solúveis totais e pH. Apesar da análise ser não significativa, a utilização do MS influenciou no processo de compostagem, em que T2 foi superior em 35,76% que T1 e 41,06% que T3 na redução do volume. Além de acelerar o processo de decomposição.

Palavras-chave: Composto orgânico. Sustentabilidade. Biota do solo.

SUMMARY: The demand for food is growing on the planet, and for this it is necessary to adopt intensive fertilization practices, which in many cases are expensive and harmful to the environment. In order to minimize this problem, there are techniques for the production of organic compounds, which use the waste and remains of rural property. Based on the above, the objective is to evaluate the effect of applying a solution of soil microorganisms in the composting process of *Zoysia japonica*. First, the obtaining and multiplication of soil microorganisms was carried out according to the methodology proposed by Bonfin et al., which after its stabilization determined its pH and total solids. For composting, 3 treatments were set up with 5 repetitions each. In all treatments, the products were placed in layers of 1 kg of emerald grass and 1.6 kg of cattle manure. In Treatment 2 and Treatment 3, in addition to the layers, 20 mL.L⁻¹ and 30 mL.L⁻¹ of soil microorganism were added respectively. Statistical analysis was ANOVA, in a factorial scheme. Afterwards, the chemical analysis of the slurry was carried out, with the solids in water, total solids, fixed solids, volatile solids, total soluble solids and pH being determined. Although the analysis was not significant, the use of MS influenced the composting process, where T2 was 35.76% higher than T1 and 41.06% higher than T3 in terms of volume reduction. In addition to accelerating the decomposition process.

Keywords: Organic compost. Sustainability. Soil biota.

INTRODUÇÃO

A prática agrícola pode ser considerada como a utilização de uma determinada área para o cultivo de vegetais para o consumo da população. Entretanto, devido ao crescimento populacional, há uma maior necessidade de alimentos que no passado, exigindo assim, que a produção acompanhe tal crescimento (TEIXEIRA, 2005). Por isso, o exercício da agricultura é

1 ORCID- ID- <http://orcid.org/0000-0003-0462-9239> Ifes Campus de Alegre

2 Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF

3 Universidade Federal do Espírito Santo

4 Ifes Campus de Alegre

buscar práticas de adubação, de forma a melhorar a fertilidade do solo, suprimindo a sua necessidade de nutrientes. Proporcionando uma condição ótima para o cultivo de vegetais (NÚÑEZ *et al.*, 1999).

O processo de adubação do solo não é simples, necessitando de um amplo conhecimento pedológico e da ação dos nutrientes sobre o mesmo. Pois, a utilização de sub ou super doses de adubos pode prejudica-lo, ocasionando desequilíbrio químico, e comprometimento da produção agrícola (NÚÑEZ *et al.*, 1999); além de problemas ambientais (MERTEN; MINELLA, 2002).

Sendo assim, a adubação orgânica via compostagem surge como uma alternativa de suprir as exigências do solo. Esse tipo de adubação é originado da decomposição de dejetos animais ou até mesmo de restos de alimento (GUSE *et al.*, 2012).

Para que a produção da compostagem tenha sucesso, deve haver um cuidadoso controle em sua prática, devido à diversidade de fatores biológicos, químicos e físicos envolvidos no processo (GOMES, 2001; BRITO *et al.*, 2008; BRITO *et al.*, 2011).

O tempo para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda, do número e da frequência dos revolvimentos e também, da relação Carbono/Nitrogênio (MATOS *et al.*, 1998).

A compostagem possui benefícios, como a reciclagem dos elementos com interesse agrônômico, redução do volume inicial de resíduos, degradação de substâncias tóxicas e ou patógenos e conversão dos nutrientes até formas que sejam disponíveis às plantas. Bem como, a importância da conversão de Nitrogênio amoniacal para formas nitrogenadas estáveis (ORRICO *et al.*, 2007).

Desse modo, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de solução de Microrganismos do Solo(MS) no processo de compostagem da *Zoysia japonica* (*grama esmeralda*).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre, e sua execução se deu em etapas: obtenção e multiplicação dos microrganismos do solo; processo de compostagem; e análises químicas do chorume.

Obtenção e multiplicação dos microrganismos do solo

Para obtenção e multiplicação dos MS foi utilizada a metodologia de Bonfim *et al.* (2020). Em que, para o meio de cultivo, foi utilizado 1 kg de arroz cozido sem tempero e sem óleo, posteriormente ele foi envolto em saco de aniagem, numa caixa de madeira vazada,

depositada num fragmento florestal próximo as árvores, cobertos por serapilheira do ambiente e deixados no local por 15 dias para obtenção dos microrganismos do solo.

Passados os 15 dias, foi recolhido o meio de cultivo, e o dividiu em 5 partes iguais. Os quais foram colocados em garrafa pet de 2,5 L e acrescentado 200 g de açúcar mascavo e 200 mL de água bruta. As garrafas foram tampadas, de forma a realizar fermentação anaeróbica até a estabilização da solução (aproximadamente 21 dias).

Na sequência foi determinado o pH em água com o aparelho (pHmetro), calibrado com os tampões de pH 7,000 e 4,00. Também foram determinados os Sólidos Totais da solução (Equação 1).

$$ST = \frac{(m2-m1).1000}{v} \quad (1)$$

Em que, ST equivale a sólidos totais; m2 massa da cápsula com produto; m1 massa da cápsula vazia; v é o valor da amostra em mL(50).

Processo de compostagem

O processo de compostagem foi realizado no setor de Agroecologia, no período de junho a setembro (90 dias), em ambiente coberto e ventilado. Para controle, a compostagem foi realizada em vaso plástico com capacidade para 17 L cada, foram realizados 3 tratamentos com 5 repetições cada, sendo eles:

Tratamento 1(T1): Compostagem convencional, que também funcionou como testemunha. Consistiu em camadas de 1 kg de grama esmeralda e 1,6 kg de esterco bovino, dispostos em camadas sucessivas até aproximadamente 5 cm da abertura do vaso.

Tratamento 2(T2): Compostagem em camadas de 1 kg de grama esmeralda e 1,6 kg de esterco bovino, e adição de MS na proporção de 20 mL.L⁻¹ disposto em três camadas sucessivas, aproximadamente até 5 cm da abertura do vaso.

Tratamento 3(T3): Compostagem em camadas de 1 kg de grama esmeralda e 1,6 kg de esterco bovino, e adição de MS na proporção de 30 mL.L⁻¹, disposto em três camadas sucessivas, aproximadamente até 5 cm da abertura do vaso.

Semanalmente foi realizado o rodízio dos vasos, dentro do tratamento, checagem da temperatura, adição de água (se necessário), reaplicação das concentrações da solução de microrganismos, e coleta do chorume gerado para análise química.

Foram realizadas medições de altura em cada repetição dos três tratamentos, buscando mensurar a taxa de decomposição da matéria orgânica, bem como, o desenvolvimento do processo de compostagem.

A partir dos dados de altura foi realizado um teste estatístico ANOVA, num esquema estatística fatorial, tendo os três tratamentos, como o Fator 1, e as medições como Fator 2. O teste

realizado foi o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Análises químicas do chorume

Essa etapa foi realizada no laboratório de Bromatologia do Ifes Campus de Alegre. A solução de MS foi analisada mediante a Contagem de microrganismos, de acordo com a metodologia proposta por Silva *et al.* (2010).

Realizou-se a diluição seriada da amostra contendo os MS, onde 1 mL da amostra foi diluída em 9 mL do diluente (água peptonada), originando a diluição 10^{-1} .

Sucessivamente alíquotas de 1 mL da diluição 10^{-1} , foi transferida para um segundo tubo contendo 9 mL de água peptonada originando a diluição 10^{-2} . A seguir o mesmo procedimento foi realizado até originar a diluição 10^{-5} .

Após procedimento de diluição seriada, foram tomadas alíquotas de 0,1 mL e quantificados o número de células viáveis em meio PCA, empregando-se a técnica de espalhamento em superfície. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas, sendo realizada, ao final desse período, a contagem padrão em placas e o resultado expresso em UFC/mL da amostra.

Na sequência foram realizadas as determinações de Sólidos em Água (SA), Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF), Sólidos voláteis (SV), Sólidos Solúveis Totais (SST), potencial Hidrogeniônico (pH).

Para determinação dos SA, utilizou-se o método de Eaton *et al.* (2005). Para a determinação de ST, foi utilizada a Equação 1; SF a Equação 2; e para os SV a Equação 3.

$$SF = \frac{(m3-m1).1000}{v} \quad (2)$$

$$SV = ST - SF \quad (3)$$

Em que: SF - sólidos fixos; m3 a massa da cápsula com resíduo fixo; m1 massa da cápsula vazia; v é o valor da amostra em mL(50); SV - sólidos voláteis.

Já a determinação de Sólidos Solúveis Totais, foi determinada no próprio aparelho.

Para determinação de Nitrogênio Total (NT), utilizou-se o método de Galvani e Gaertner (2006). Enquanto a Proteína Bruta (PB), foi determinada por intermédio da multiplicação do valor do NT encontrado por um fator de conversão, expressa 6,25 (Equação 4).

$$PB = NT. 6,25 \quad (4)$$

Se expressa o resultado corrigido, tendo-se como base de correção a matéria seca a 105°C.

Para a determinação do pH em água, utilizou-se o aparelho (pHmetro), calibrado com os tampões de pH 7,000 e 4,00. Posteriormente foi adicionado 30 mL de solução em um Becker.

A análise estatística foi feita no aplicativo computacional “R”, mediante a aplicação da ANOVA e teste de Scott Knott a 5%.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise química da solução gerada a partir da obtenção de MS, indica que a solução é ácida com um pH de 3,34 e contém 61,84 mg/L de sólidos totais. Todavia, não foi possível separar os elementos que a constituíam, se tratando de um *pool* de microorganismos.

Processo de compostagem

Considerando o tratamento 1 como 100%, observou-se que houve maior redução da altura no T2 (Tabela 1).

Tabela 1. Dados percentuais da redução do volume comparativo entre os tratamentos

Tratamento	Redução média (cm)	Porcentagem média(%)
1	18,8	100
2	23,8	135,76
3	18,6	94,7

Fonte: Elaborada pelos autores.

O T2 reduziu 35,76% e 41,06% a mais que os T1 e T3 respectivamente. Indicando que essa quantidade de solução é mais eficiente na decomposição dos particulados.

Já o T3, apesar da aplicação de maior quantidade de MS, foi menos eficiente que o T1 em 5,30%. Dando indícios de que, dependendo da quantidade de solução aplicada, o excesso pode ser prejudicial.

De acordo com Vicentini *et al.* (2009), em seu trabalho de compostagem em grande escala, a altura do material com a utilização dos microrganismos do solo, em sua utilização comercial, o “540L” de EM, em comparação a compostagem natural é menor. Na concentração 20 mL por litro, comumente utilizada na agricultura, o presente trabalho também alcançou resultados positivos para a perda de altura.

A aeração teve boa influência nos tratamentos, sua prática trouxe uma melhora na diminuição do composto. Ao se praticar uma compostagem com resíduos orgânicos se almeja um ambiente aeróbico para o bom desenvolvimento microbiano, sendo assim, a aeração foi benéfica ao experimento, levando em consideração sua ajuda na regulação do nível de oxigênio na compostagem (VALENTE *et al.*, 2009)

Em relação aos resultados da análise estatística, o teste de médias do Fator 1, foi não significativo. Já Fator 2 foi significativo para algumas leituras (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado do teste de médias do Fator 2 (Medição)

Coleta	Média
1	29,06 a
2	28,86 a
3	26,63 bc
4	27,55 ab
5	27,70 ab
6	24,03 d
7	25,03 cd
8	24,8 cd
9	23,18 d
10	23,16 d

Valores seguidos com a mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observou-se uma redução gradativa das coletas, excessão da coleta 3 e 6. Sua significância pode ser atribuída ao estágio de desenvolvimento da compostagem, condição climática, como o aumento da temperatura, que pode ter ocasionado maior evaporação.

A interação entre o Fator 1 e 2 é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados da interação entre os Fator 1(F1) e Fator 2 (F2)

F1	F2									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	30,7 DEF	38,3 A	34,3 BCD	29,96 EFG	36,92 AB	32,5 CDE	28,5 FG	34,6 ABC	31,4 CDEF	26,7 G
T2	33,9 A	30,3 ABC	24,8 D	32,2 AB	29,3 BC	20,8 EF	26,7 CD	23,9 DE	19,4 F	23,1 DEF
T3	22,6 A	18 ABC	20,8 AB	20,5 ABC	16,9 CD	18,8 ABCD	19,9 ABC	15,9 D	18,5 BCD	19,7 ABCD

Os resultados que apresentaram letras semelhantes, não se diferenciando estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Análises químicas do chorume

A análise química do chorume é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Contagem de microrganismos do solo presentes no chorume de cada tratamento

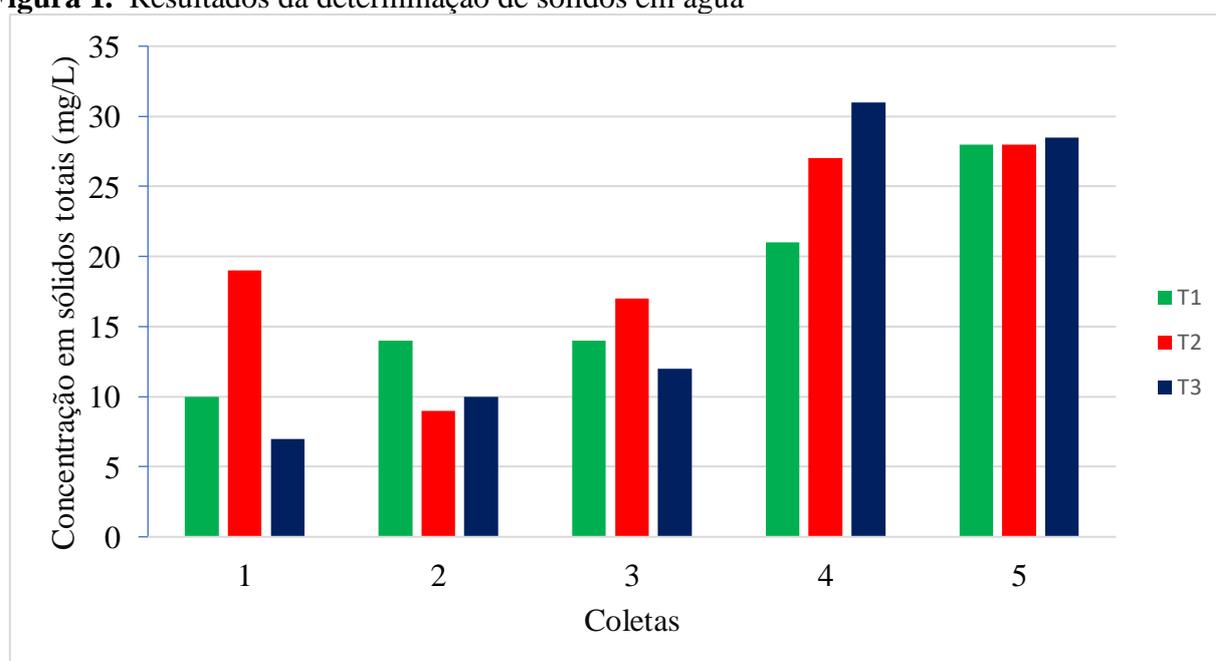
Tratamento	Quantidade de Microrganismos (UFC/mL)
1	6×10^6
2	4×10^7
3	3×10^9

Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com os dados obtidos, o produto de microrganismos do solo influenciou a quantidade de microrganismos encontrados em cada tratamento. Quanto maior a aplicação do produto, maior a quantidade de microrganismos.

No processo de compostagem prevalecem os microrganismos aeróbicos, facultativos, mesófilos e termófilos. Os principais microrganismos que atuam no processo de compostagem são as bactérias, os fungos e os actinomicetos.

Os microrganismos são de grande importância agrícola e ecológica, desempenhando diversas funções, como decompondo matéria orgânica, degradando substâncias tóxicas, retornando ao meio ambiente nutrientes como: água, sais minerais e gás carbônico, contribuindo para o crescimento das plantas e protegendo contra outros microrganismos patogênicos, insetos-pragas da agricultura ou herbívoros. A análise química do chorume gerado no processo de compostagem apresentam diferentes teores em relação aos tratamentos, conforme os sólidos em água (Figura 1

Figura 1. Resultados da determinação de sólidos em água

Fonte: Elaborada pelos autores.

A massa de sólidos totais aumentou a medida que coletas foram acontecendo, sendo que o

T3 foi o que se destacou em relação ao T1 e T2. Houve uma concentração atípica do T2 na primeira coleta, em que ele chegou 19 mg/L, e depois caiu para 9 mg/L na segunda coleta, e foi num crescente nas coletas subsequentes.

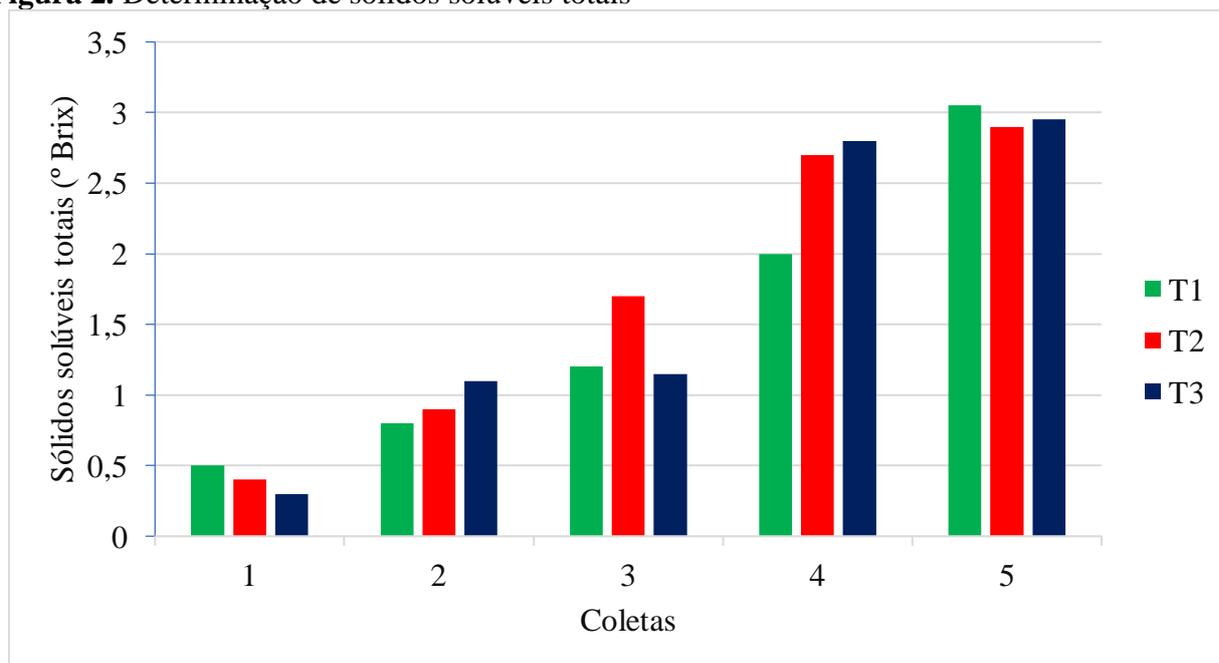
De acordo com que a degradação do resíduo durante o processo de compostagem foi ocorrendo maior a quantidade de sólidos disponíveis no chorume, indicando também o aumento da matéria orgânica.

Todavia, não houve uma diferença significativa de um tratamento para outro estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Apresentou grande diferença do coeficiente de variação (31,66 %), mostrando que os produtos não são homogêneos.

No decorrer das coletas é possível observar que os valores da segunda e terceira coleta são iguais, enquanto que o quarto e quinto dia se diferem dos outros, mas se equivalem entre si.

A determinação de sólidos solúveis totais é apresentada na Figura 2; a análise de nitrogênio (Figura 3); a evolução do pH (Figura 4), e análise de proteína (Figura 5).

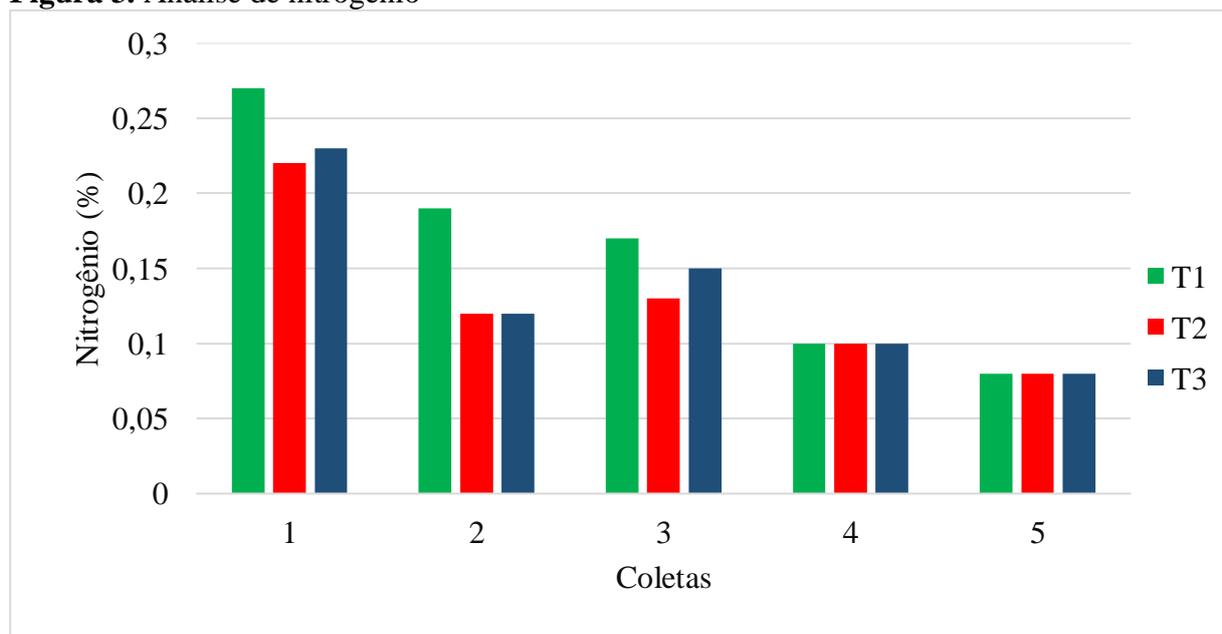
Figura 2. Determinação de sólidos solúveis totais



Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se um aumento significativo dos sólidos solúveis totais e não existe uma diferença significativa de um tratamento para o outro. Percebe-se também que o T1 iniciou e terminou as coletas com os maiores valores de sólidos solúveis totais.

Ao final do processo os sólidos solúveis totais atingiram mais que 3°Bx. De acordo com Moraes (2006), isso indica o total de todos os sólidos dissolvidos no chorume, começando com açúcar, sais, proteínas e ácidos.

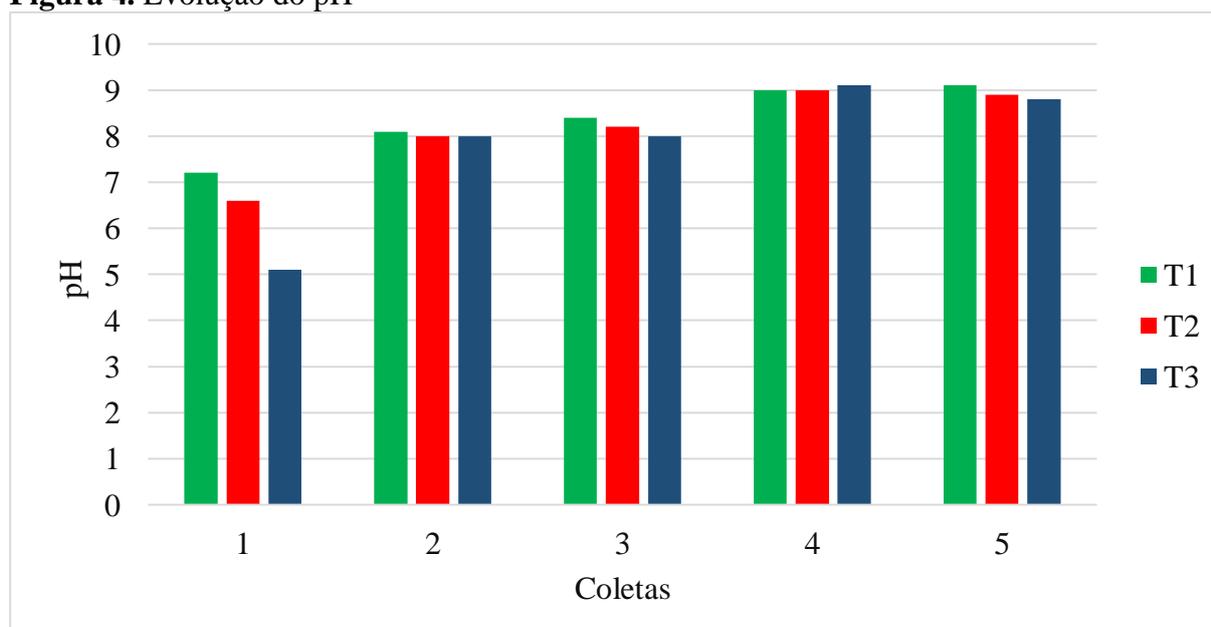
Figura 3. Análise de nitrogênio

Fonte: Elaborada pelos autores.

O nitrogênio apresentou uma variância de 14,62% para todos os tratamentos, sendo que os T2 e T3 mostraram-se iguais, enquanto que o T1 difere-se com valores mais elevados nas duas primeiras coletas. Entretanto, no decorrer da análise os três tratamentos não apresentam diferença significativa.

Percebe-se ainda que a média das coletas foi diminuiu ao longo do e período. Indicando baixa disponibilidade, para o meio ambiente. Isso se deve em decorrência da volatilidade do nitrogênio.

O nitrogênio é empregado pelos microrganismos para a síntese de proteínas, sendo que, valores baixos para carbono e uma grande quantidade de nitrogênio, causam inicialmente uma aceleração no crescimento da população de bactérias e na decomposição dos resíduos, gerando um grande consumo de oxigênio, e se a aeração não for suficiente, o processo poderá tornar-se anaeróbio. O excesso de Nitrogênio será transformado em amônia, que em grandes porções se torna tóxica para os microrganismos, e poderá coibir o processo de compostagem (QUEIROZ, 2007).

Figura 4. Evolução do pH

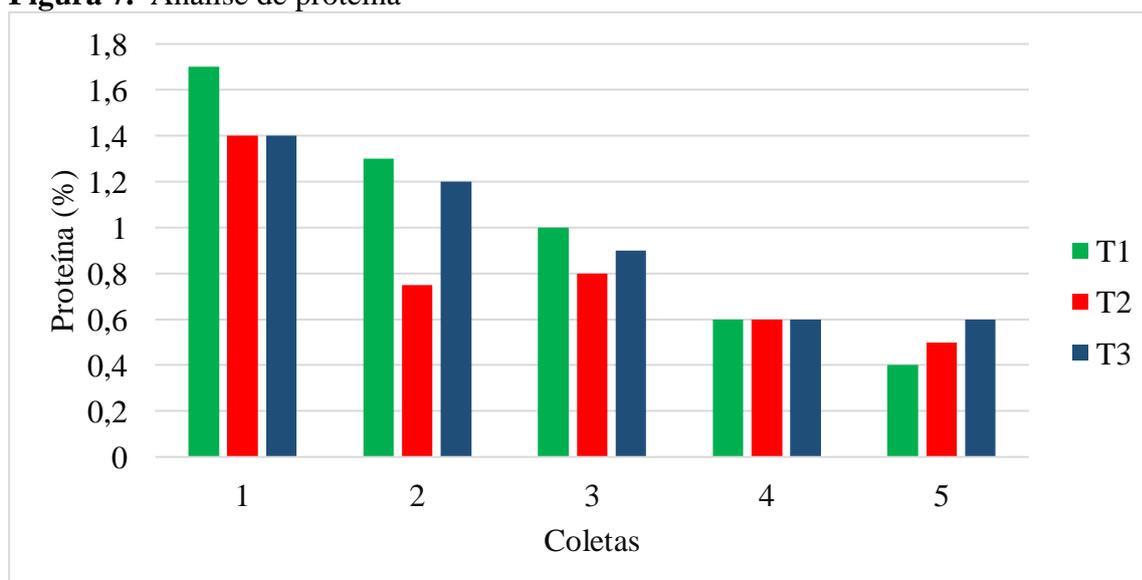
Fonte: Elaborada pelos autores.

Concordando com Cerriet *et al.* (2008), no início do processo de compostagem, T1 já apresenta um pH neutro(7,2), T2 e T3 ainda são ácidos 5,1 e 6,7 respectivamente. A partir da 2ª coleta todos já encontram-se básicos acima de 8.

O valor pH funciona como indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos, em que valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação do compostagem.

De acordo com o teste Scott Knott, as medias desse fator são estatisticamente iguais para os tratamentos, sendo que quando analisado a níveis de coletas, o pH para a primeira coleta é diferente, da segunda e terceira, que é diferente da quarta e quinta para todos os tratamentos.

As alterações do pH podem ativar ou quase inativar as enzimas presentes nos microrganismos. Na compostagem o desenvolvimento de maneira ótima dos microrganismos se dá na faixa de pH entre 5,5 e 9,5, já que as enzimas encontram-se ativas nesta faixa. Sendo que os microrganismos ajustam os valores extremos, por meio da degradação dos compostos, e produzem subprodutos ácidos ou básicos, conforme a necessidade do meio. Durante o processo de compostagem são originadas diferentes reações químicas que regulam o pH entre 7 e 8,5 ao término do processo (VALENTE *et al.*, 2009).

Figura 7. Análise de proteína

Fonte: Elaborada pelos autores.

É possível constatar que o T3 encerrou o processo com valores mais elevados de proteína. O coeficiente de variação foi de 14,77% e T2 e T3 se mostraram iguais, enquanto que T1 difere-se dos demais, com valores mais elevados nas duas primeiras coletas, no entanto, com o passar do tempo os três tratamentos não apresentam diferença significativa.

De acordo com Felícia (2009), as proteínas podem sofrer desnaturação, que quase sempre provoca a perda da sua atividade biológica, em situações de valores de pH extremos e/ou em temperaturas elevadas, acima do 45°C.

De maneira o uso de MS, é benéfico no processo de compostagem, devendo haver um controle da quantidade a ser aplicada, existem alguns estudos que mostram que o uso desse composto na adubação de plantas contribuem na melhoria do seu estado nutricional, seja por meio da fixação de nitrogênio, da solubilização de fosfato, aumento da disponibilidade de nutrientes na rizosfera, promoção do aumento da área de superfície radicular dentre outros (PÉREZ-MONTAÑO *et al.*, 2014; BRENNECKE *et al.*, 2016). Ou seja, promovendo efeitos benéficos sobre a biomassa das culturas agrícolas.

CONCLUSÃO

Apesar de a análise ser não significativa, a utilização do MS influenciou no processo de compostagem, em que T2 foi superior em 35,76% que T1 e 41,06% que T3 na redução do volume. Além de acelerar o processo de decomposição e o aproveitamento dos resíduos que seriam descartados na propriedade.

REFERÊNCIAS

- BONFIM, F.P.G.; HONORIO, I.C.G.; REIS, I.L.; PEREIRA, A.J.; SOUZA, D.B. **Caderno dos Microrganismos eficazes (EM): Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 3ª ed. Viçosa: UFV. 2020. 31p.
- BRENNECKE, K.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; ANTONIAZZI, A.; SOUZA, E.F. Inoculação da bactéria *Pseudomonas fluorescens* no índice de crescimento da *Brachiaria decumbens* spp. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 14, p. 217-224, 2016. <https://doi.org/10.7213/academica.14.2016.24>.
- BRITO, L.M.; AMARO, A.L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, n.5. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500017>
- BRITO, L.M.; AMARO, A.L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Compostagem da fração sólida do chorume com palha de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) ou tojo (*Ulex europaeus* L.). **Revista Ciências Agrárias**, v.33, n.01, p. 267-276, 2010. [file:///D:/15824-Texto%20do%20manuscrito-51890-1-10-20181202%20\(1\).pdf](file:///D:/15824-Texto%20do%20manuscrito-51890-1-10-20181202%20(1).pdf).
- CERRIET, C.E.P.; OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H.; GARCEZ, T.B. **Compostagem**. Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Programa de Pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Disciplina: Matéria Orgânica do Solo. São Paulo, 2008.
- EATON, D.A.; CLESCERI, S. L.; RICE, W.E.; GREENBERG, E.A. **Standard Methods: for the examination of water e wastewater**. American Public Health Association. Washington, DC 20001-3710. Centennial Edition. 21st Edition, 2005.
- FELÍCIA, D.G. **Estudo do comportamento do resíduo papel no processo de compostagem**. 2009. 158p. Dissertação. Universidade de Aveiro. Portugal. 2009. <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/664/1/2010000400.pdf>
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. Corumbá, MS.: EMBRAPA Pantanal, maio 2006. (Circular Técnica).
- GOMES, A.P.D. **Fundamentos da compostagem de resíduos sólidos**. 2001. 333p. Tese Doutorado em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade de Aveiro-Portugal. 2001. <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/4216/1/84.pdf>
- GUSE, J.C.; ZULIAN, A.; ÁVILA, V.S. DÖRR, A.C.; ROSSATO, M.V. Usina de compostagem: uma opção econômica e sustentável. **REGET**, n.7, v.7, p: 1326-1334. 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/223611705713>
- MATOS, A.T.; VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; RIBEIRO, M.F.. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.199-203.1998.
- MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** v.3, n.4, p:33-38. 2002.

- MORAES, R. R. **Refratometria**. Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Piauí. Teresina-PI, 2006.
- NÚÑEZ J. E. V.; SOBRINHO N. M.B.A.; MAZUR. N. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a contaminação do solo, sedimentos e água por metais pesados. **Rev. Bras. Ciência do solo**, v. 23, n.04. (2), p. 981-990, 1999.
<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/WYV3jvgQksxLmNfP9WpPnrM/?lang=pt&format=pdf>.
- ORRICO, A.C.A.; JÚNIOR, J.L.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem de dejetos de cabras. **Eng. Agríc.**, v.27, n.3, p.764-772, 2007.
- PEREIRA, J.C.; NEVES, M.C.P.; DROZDOWICZ, A. **Quantificações das populações de bactérias em geral, de bactérias resistentes a antibióticos e de actinomicetos em solos**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, Documentos, 26. 1996.
- PÉREZ-MONTAÑO, F.; ALÍAS-VILLEGAS, C.; BELLOGÍN, R.A.; DEL CERRO, P.; ESPUNY, M.R.; JIMÉNEZ-GUERRERO, I.F.J.; LÓPEZ-BAENA; OLLERO, F.J.; CUBO, T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. **Microbiological research**, v. 169, n. 5-6, p. 325-336, 2014.
- QUEIROZ, F.F. **Avaliação do aproveitamento de resíduos vegetais por meio da compostagem em leiras revolvidas**. Estudo de caso de Londrina. 2007.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. Livraria Varela Editora. São Paulo, 2010.
- TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v.2, n. 2, 2005.
- VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D.S.; BRUM Jr., B.S.; CABRERA, P.O.M.; LOPES, D.C.N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Arch. Zootec**, v.58, p. 59-85. 2009.
- VICENTINI, L.S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A.S. Utilização de Microorganismos Eficazes no Preparo da Compostagem. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v.4, n.1 p.3367-3370, 2009