

## Compostagem de esterco de ovinos e palha de feijão para cultivo de hortaliças

### Composting sheep manure and bean straw for vegetable farming

Lucas Pereira Scheidt Feltz <sup>ID</sup><sup>1\*</sup>, Marina Couto <sup>ID</sup><sup>2</sup>, Isabela Leticia Pessenti <sup>ID</sup><sup>3</sup>,  
 Thiago Shaniuk Guse <sup>ID</sup><sup>4</sup>, Giulihano Luis Feltz Zeni <sup>ID</sup><sup>5</sup>, André Luiz Oliveira de Francisco <sup>ID</sup><sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica, graduado em Agronomia da Unicesumar, Ponta Grossa, Paraná. E-mail: lucasscheidtfeltz@gmail.com. <sup>2</sup>Bolsista de iniciação científica, graduada em Agronomia da Unicesumar, Ponta Grossa, Paraná. E-mail: marin.acouto@hotmail.com. <sup>3</sup>Doutora em Agronomia. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Paraná. E-mail: isabelaleticiapezzenti@gmail.com. <sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Agronomia – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Paraná. E-mail: thiago10guse.tg@gmail.com. <sup>5</sup>Graduando em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa Paraná. E-mail: giulihanozeni@alunos.utfpr.edu.br. <sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo. Doutor em Ciências do Solo e Recursos Ambientais. Analista em Ciência e Tecnologia – IDR-Paraná. Ponta Grossa, PR. E-mail: alfrancisco@idr.pr.gov.br. \*Autor Correspondente

#### ARTIGO

Recebido: 19-01-2024  
 Aprovado: 21-06-2024

*Palavras-chave:*  
 Composteira  
 Matéria orgânica  
 Adubo Orgânico

#### RESUMO

A compostagem é um processo fundamental na gestão sustentável de resíduos orgânicos, oferecendo uma solução ambientalmente responsável para a reciclagem de matéria orgânica. Trata-se de uma produção de calor de origem biológica, convertendo rapidamente a matéria orgânica e liberando substâncias úteis e benéficas ao solo. Assim, este trabalho tem o objetivo de analisar a qualidade e o processo de compostagem com esterco de ovinos e palha de feijão e avaliar seu desempenho no cultivo de hortaliças. O estudo foi conduzido na área experimental em Ponta Grossa, Paraná. O método de compostagem utilizado foi o tipo leira. Foram utilizadas palha de feijão e esterco de ovinos, com um período de formação do composto de 120 dias. Para avaliar a compostagem, foi escolhida a cultura da alface, avaliando-se a altura da planta, massa fresca e seca, sistema radicular, diâmetro da planta e número de folhas em diferentes solos e misturas com fertilizantes. A compostagem apresentou resultados positivos nos parâmetros de pH, CTC, matéria orgânica, umidade e temperatura. Os materiais orgânicos resultantes mostraram redução na cor natural, diminuição de odores e maturação adequada. Na cultura da alface, o composto contribuiu para o desenvolvimento da cultura em comparação ao solo sem a presença do composto.

#### ABSTRACT

Composting is a fundamental process in the sustainable management of organic waste, offering an environmentally responsible solution for recycling organic matter. It involves the biological production of heat, rapidly converting organic matter and releasing useful and beneficial substances to the soil. This study aims to analyze the quality and process of composting with sheep manure and bean straw and evaluate its performance in vegetable cultivation. The study was conducted in the experimental area in Ponta Grossa, Paraná, Brazil. The composting method used was the windrow type. Bean straw and sheep manure were used, with a compost formation period of 120 days. To evaluate the composting, lettuce was chosen, assessing plant height, fresh and dry mass, root system, plant diameter, and number of leaves in different soils and fertilizer mixtures. The composting showed positive results in pH, CEC (Cation Exchange Capacity), organic matter, moisture, and temperature parameters. The resulting organic materials showed a reduction in natural color, a decrease in odors, and adequate maturation. In the lettuce crop, the compost contributed to the development of the plants compared to soil without the presence of the compost.

#### INTRODUÇÃO

A técnica de compostagem contribui com a transformação da matéria orgânica de forma controlada. Segundo Rebolledo et al. (2008) o principal parâmetro que permite as condições ideais para a compostagem é a temperatura, pois determinará a sucessão das populações microbianas e sua representatividade nas fases de degradação,

sendo elas a mesofílica e a termofílica. Esse parâmetro pode também ser usado como um referencial para verificar a evolução e qualidade da compostagem (HECK et al., 2013).

A compostagem envolvendo detritos de ovinos, promove uma eficiente degradação da matéria orgânica, produzindo compostos de boa qualidade, com expressivos conteúdos de N,

P e K, nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas (AMORIM et al., 2005). Segundo Kiehl (2010), o esterco ovino apresenta uma composição média de 65,22% de matéria orgânica, 1,44% de nitrogênio, 1,04% de fósforo e 2,07% de potássio. Os dejetos de animais ruminantes são ricos em fibras que não foram aproveitados apesar do eficiente mecanismo de digestão. Quando dejetos de ovinos e caprinos são submetidos à digestão anaeróbia, é comum encontrar, mesmo após 30 dias de retenção em biodigestores, cibalas inteiras.

Souto et al. (2005) observaram menor degradação de dejetos de ovinos no solo em relação aos dejetos de bovinos. De acordo com Carnaúba et al. (2021), existe um aumento na tendência dos estudos sobre a avaliação do potencial do esterco de ovinos na composição de substratos, devido à sua capacidade de fornecer nutrientes essenciais e ao seu efeito benéfico no condicionamento físico do meio.

Segundo Kiehl (2004) a composição química dos resíduos sólidos determina as quantidades de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras no material. Essa quantificação é importante, pois demonstra a potencialidade dos resíduos como substrato para a atividade biológica de decomposição. Essa combinação pode ser bastante eficaz na compostagem. A palha de feijão é uma fonte rica de carbono, enquanto o esterco ovino fornece nitrogênio e outros nutrientes essenciais para as bactérias decompositoras (OLIVEIRA et al., 2005). Ao combiná-los, cria-se uma mistura balanceada que acelera o processo de decomposição.

Com isso o trabalho tem o objetivo de analisar a qualidade e o processo de compostagem com esterco de ovinos e palha de feijão e avaliar seu desempenho no cultivo de hortaliças.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campus da Faculdade Unicesumar em Ponta Grossa – PR. O campus está localizado -25° 7' 94" de latitude sul e -50° 8' 21" de longitude oeste, a altitude é de aproximadamente 846 metros em relação ao nível do mar. O clima da região de acordo com Koppen é o Cfb, por tanto tendo um verão ameno, chuvas bem distribuídas o ano todo, com precipitação média de 1.000 a 2.000 mm ao ano e temperatura média anual de 18°C (CRUZ, 2007). O processo de compostagem foi realizado utilizando a técnica de sistema aberto, foi utilizado dois tipos de resíduos esterco de ovinos e palhada de feijão.

As características de umidade, densidade, nitrogênio, carbono e a razão C/N da palhada de feijão e do esterco de ovinos estão apresentadas na Tabela 1. Consideram-se parâmetros importantes para o desenvolvimento da compostagem.

Para o preparo inicial da mistura, foi estimada uma razão C/N teórica de cada substrato, com base em dados dos teores de carbono e nitrogênio da Tabela 1. A fim de obter uma relação C/N de 25/1, a quantidade de cada resíduo para o experimento foi calculada (CARICASOLE et al., 2011).

A quantidades de material necessários para essa composição foi de 100kg de palhada de feijão e 50 kg de esterco ovino. A umidade inicial foi de 70%. Para montagem do sistema aberto foi utilizada a metodologia de Sbizzaro

**Tabela 1:** Principais características físicas e químicas dos resíduos de esterco de ovinos e de palha de feijão.

Parâmetros	Esterco de Ovinos	Palhada de Feijão
Umidade (%)	41	11,8
Densidade (g cm-1)	0,56	0,09
N%	21,3	16,3
C%	319,5	521,6
Razão C/N	15/1	32/1

Fonte: Oliveira et al. (2005); Romão (2015).

(2013), foi feito pilhas aeradas por revolvimento a céu aberto, a leira ficou disposta em espaçamento medindo 0,8 m de largura x 1,5 m de comprimento e 0,5m de altura.

A primeira etapa para o processo de compostagem foi recolher os resíduos em fazendas da região e levar para o campus da faculdade, onde está sendo desenvolvido o trabalho. A granulometria dos resíduos seguirá a proposta por Ayilara et al. (2020), onde os tamanhos das partículas devem ter dimensões entre 25mm a 30mm.

As leiras foram preparadas diretamente no solo, sendo constituídas por camada de palha, intercaladas com camadas de esterco. Foi reservado um espaço para realizar o revolvimento do composto em um dos lados da leira, ao redor realizou-se valas para escoar a água das chuvas. A área total útil em que foi realizada a compostagem é de 4,68 m<sup>2</sup>. Primeiramente distribui-se a palhada de feijão formando uma camada de 5 cm de espessura, após pronta a camada foi realizada a irrigação, e em seguida, foi feita uma camada de esterco com 5 cm, que também foi irrigada, assim até a última camada de palhada, isso, para proteção da chuva, evitar odores e a presença de animais.

Durante o processo, as leiras foram revolvidas de forma manual, com o auxílio de pá e enxada, esse processo foi realizado a cada 5 dias. Toda a leira foi revolvida até o vigésimo dia, após isso o revolvimento ocorreu a cada 10 dias. O revolvimento foi realizado de forma que os compostos das partes externas sejam alocados para a parte interna da leira e da parte interna para a externa.

O composto ficou na leira por 17 semanas até ficar pronto para uso. Em situações em que a umidade esteja abaixo do ideal para o desenvolvimento de microrganismos, durante os 14 primeiros dias por conta da evaporação, a compostagem foi irrigada.

Para monitoramento da transformação da mistura, foram verificados parâmetros físicos como a temperatura das leiras, que foi aferida todos os dias com o auxílio de um termômetro, foi avaliada também a cor do composto, odor, aspecto e textura.

Para avaliar a estabilidade e a maturidade do composto produzido foram realizadas análises químicas, como: pH, capacidade de troca catiônica e percentual de matéria orgânica. Além de testes biológicos como teste de coliformes totais.

A aferição da temperatura foi realizada diariamente com o auxílio de um termômetro digital espeto. A medição sempre foi realizada em três pontos, com o objetivo de se obter uma média mais homogênea de toda a leira.

Para realização da análise do pH foi utilizado um phmetro de bancada realizada em triplicata, sendo analisadas amostras dos períodos de 01, 20, 35, 90 e 120 dias de decomposição da matéria orgânica de acordo com metodologia de MAPA

(2017). A coleta das amostras foi feita em três pontos distintos da composteira.

As análises de CTC foram feitas nos períodos de compostagem com 01, 35, 90 e 120 dias de decomposição, sendo feito em duplicata para uma maior precisão e realizada a média entre as amostras de acordo com metodologia de MAPA (2017).

Para realização da análise de Umidade foi feito de acordo com metodologia de APHA (2005). Foram realizadas 5 análises de umidade, no 1º, 20º, 35º, 90º e 120º dia. Foram feitas em duplicatas para uma maior precisão.

Para realização da análise do teor de matéria orgânica foi feito seguindo a proposta de Jara-Samaniego et al. (2017). Foi realizada a pesagem de 5 gramas do composto. Após isso as amostras ficaram por 48 horas na estufa a 65°C, depois desse período as amostras ficaram por 2 horas no forno mufla a 650°C. Após esse período as amostras foram resfriadas em dessecador e novamente pesadas. Foram feitas quatro vezes no 1º, 35º, 90º e 120º dia.

Para realização da análise microbiológica e parasitológica do composto foi realizado três diferentes procedimentos: Exame de coliformes totais foi determinada de acordo com o método descrito pela Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Food and Drug Administration (FDA), método de coloração de gram e método de sedimentação espontânea foi utilizada a metodologia descrita por Hoffman et al. (1934).

Após o término do processo de compostagem, o composto foi aplicado em vasos com solo, para avaliar a eficiência do composto com cultivo de alface (*Lactuca sativa*). Para isso, foi usado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos com quatro repetições. Tratamento 1 (T1) o controle (terra preta), utilizando apenas terra preta, o tratamento 2 (T2) tem a presença de terra e adubo NPK (4-14-10) (dose de 150 kg/há (Tavares et al., 2019), o tratamento 3 (T3) tem a presença da compostagem e de terra preta (1:1), tratamento 4 (T4) com aplicação do composto mais o solo degradado (1:1), tratamento 5 (T5) somente com solo degradado.

Durante o período de desenvolvimento da alface, foi realizada avaliações de altura da planta, diâmetro e número de folhas a cada 10 dias. Após a colheita foi realizado o tamanho do sistema radicular, massa seca das folhas e massa seca da raiz. Para determinação da massa seca foi utilizado os métodos de secagem, pela estufa de circulação de ar forçada regulada à

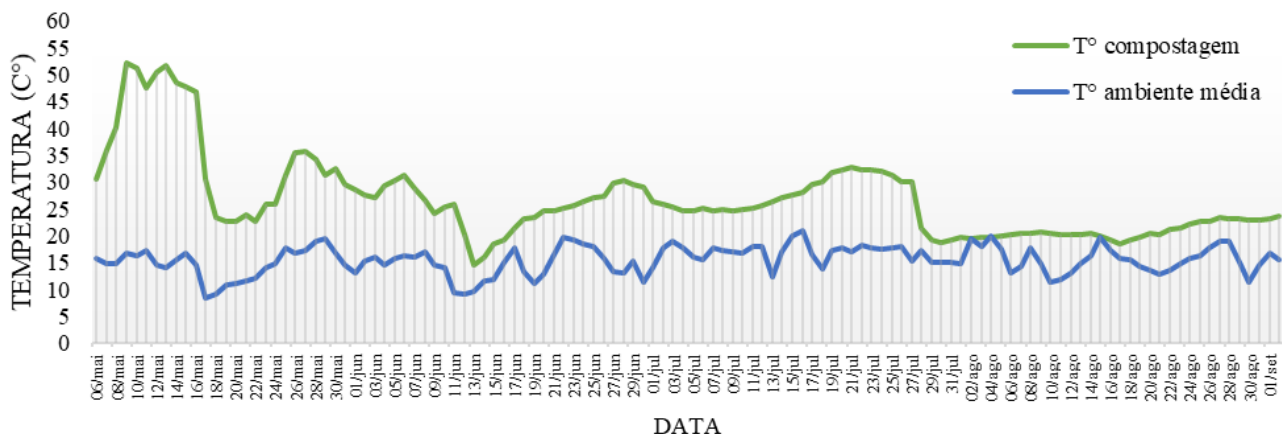
temperatura de 65°C por 48 horas, mesmo método utilizado por Lucas et al. (2011).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando detectado diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Com as médias das variáveis de componentes de produção, rendimento e notas de doença foi efetuada análise de componentes principais utilizando o pacote Factoextra (KASSAMBARA; MUNDT, 2017) do software R (R CORE TEAM).

Para a análise de Cromatografia Circular de Pfeiffer foi utilizada a metodologia proposta por Pilon et al. (2018). Foi realizada a pesagem de 5g de solo e solubilizado em 50ml de solução extratora de hidróxido de sódio (NaOH) a 1% em um erlenmeyer. Foi agitado manualmente com movimentos giratórios, 6 a 7 giros de forma alternada, até completar um ciclo de 6 vezes em 3 momentos, em intervalos de 0, 15 e 60 minutos. Foi deixado em repouso por seis horas. Em um papel filtro foi feito um orifício no centro foi feita uma marcação de 4 cm e 6 cm, foi impregnado com solução de nitrato de prata a 0,5% até a marca de 4 cm e foi deixado secar no escuro por 6 horas. Após esse período foi coletado o sobrenadante de cada amostra (solo com composto e sem a aplicação do composto). Impregnando até a marca de 6 cm, após isso foi colocado o papel para secar, sobre as folhas de papel e deixar exposto a luz até plena revelação do cromatograma. Para analisar os resultados foi baseado na coloração presente nos papeis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura teve oscilação no decorrer dos dias (Figura 1), mas isso se dá ao fato da composteira ter ficado ao ar livre, sendo condicionada a todos os fatores climáticos, o que justifica a queda na temperatura. A temperatura ambiente variou chegando à mínima de -1°C, no entanto, a temperatura da leira esteve sempre mais elevada em relação a temperatura do ar. A maior temperatura registrada foi de 51,4°C no oitavo dia do processo, já a mais baixa foi de 18°C, essa registrada já ao final do processo. O período que permaneceu a fase termofílica durou os primeiros 40 dias, onde a temperatura apresentou as maiores máximas com relação ao meio ambiente.



**Figura 1:** Variação da temperatura da composteira (T° compostagem) com relação à média da temperatura ambiente (T° ambiente média) do processo de degradação dos resíduos em pilha de compostagem em sistema aberto com esterco de ovinos e palha de feijão, em Ponta Grossa, Paraná, Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2022).

O aumento da temperatura no início da compostagem pode ser atribuído à grande disponibilidade de carbono facilmente biodegradável. À medida que a temperatura ultrapassa 40 °C, os microrganismos mesofílicos tendem a se tornarem menos competitivos e presentes, pois a predominância pela fase de alto aquecimento da massa é representada pelos grupos termofílicos ou termicamente aquecedores (AZIM et al., 2018).

A temperatura está diretamente relacionada ao processo de nitrificação (oxidação de amônia e formação de compostos inorgânicos nitrogenados). A função durante o período da fase termofílica, é que o nível de nitrogênio amoniacal na massa tende a ser elevado, indicando uma alta taxa de degradação de compostos orgânicos presentes na composição inicial, pela ação microbiana (CÁCERES et al., 2016; ZHANG et al., 2018).

O odor nos primeiros dias era bem característico dos resíduos utilizados, com o passar dos dias houve uma mudança para um cheiro mais azedo e ao decorrer do processo, a compostagem não apresentou mais odor. De acordo com Teixeira (2004), o processo aeróbico da decomposição evita o mal cheiro e a presença de insetos.

A cor nos primeiros dias tinha uma característica dos materiais com o passar dos dias houve uma homogeneidade e ela se tornou escura. O volume reduziu de maneira significativa esse fenômeno ocorreu por conta da decomposição da matéria.

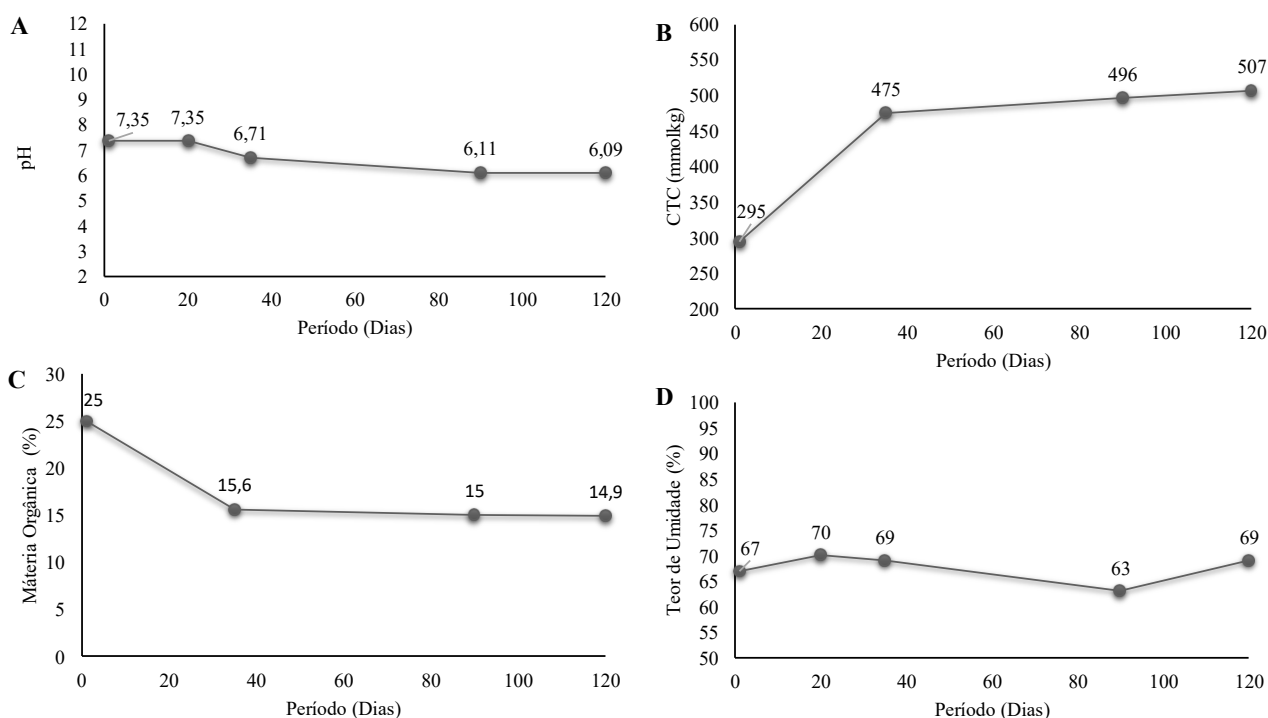
Em relação as características do composto, observou-se o pH no início da compostagem elevado (7,35) (Figura 2A), associado a altas temperaturas, causa a perda de nitrogênio por volatilização de amônia, sendo uma parte do nitrogênio liberado no processo aproveitado pelos microrganismos (CÁCERES, et al. 2016). A compostagem aeróbica desses materiais provoca a elevação do pH (VALENTE et al., 2009).

Os resultados de pH indicam que houve uma leve acidez em comparação da primeira à última análise isso já era esperado pois, os fungos e as bactérias vão digerindo a matéria, ocorre a liberação de ácidos que são decompostos até sofrerem uma total oxidação. De acordo com Rodrigues et al. (2006), o pH ideal é de 5,5 a 8,5, por conta das enzimas ativas se encontrarem nessa faixa. Desse modo, podemos observar que o pH se manteve em uma faixa adequada durante todo o processo (Figura 2A).

A CTC aumentou durante a compostagem, à medida que os substratos orgânicos foram degradados, indicando um alto grau de oxidação da matéria orgânica, aumento da humificação e teor de grupos funcionais ionizáveis tais como: carboxílicos (-COOH), fenólicos e álcoois (-OH) e metoxílicos (-OCH<sub>3</sub>), os quais possuem capacidade de interagir com íons carregados positivamente, que são facilmente trocados por outros cátions nos mesmos locais de adsorção (Figura 2B) (BERNAL et al., 2009; AZIM et al., 2018).

A capacidade de troca iônica representa a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes (RONQUIM, 2010).

Observa-se que o aumento nos valores de CTC indica que as modificações químicas na estrutura da matéria orgânica. O valor inicial foi de 295 mmolk<sub>g</sub> e para 120 dias obteve-se valor de 507 mmolk<sub>g</sub>, quanto mais alta a CTC maior a capacidade de adsorver cátions presentes no solo, como muitos nutrientes estão na forma de cátions, depois poderão ser disponibilizados para as culturas (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2008)..



**Figura 2:** (A) variação do pH conforme o processo de decomposição do material. (B) variação da CTC conforme a degradação dos resíduos. (C) variação da umidade no decorrer do processo de degradação dos resíduos. (D) variação do teor de matéria orgânica no decorrer do processo de degradação dos resíduos em pilha de compostagem em sistema aberto com esterco de ovinos e palha de feijão.

O parâmetro de CTC seja dependente de alguns fatores como: composição estrutural dos substratos, disponibilidade de compostos oxigenados, temperatura termofílicas, oxigênio suficiente para as reações oxidativas. Estudo realizado por Bernal et al. (2009) demonstram que a mudança estrutural para reter cátions aumenta ao longo da compostagem. A respeito do limite máximo para esse parâmetro de maturidade não há um padrão determinado, entretanto, o aumento de grupos funcionais ácidos com alto teor de oxigênio são um importante indicador de humificação (AZIM et al., 2018). A CTC vai influenciar na fertilidade do solo, como causa da acidez e basicidade do solo, valores baixos de CTC causam limitações ao manejo (CURI; KÄMPF, 2015).

Os valores de umidade indicaram que se manteve estável (Figura 2C), isso é benéfico pois com a umidade estável e acima de 60% a atividade de decomposição se manteve sempre em processo ativo. Umidades que superam 60% levam a anaerobiose e inferiores a 40%, reduzem a atividade biológica, permitindo o predomínio de fungos, pois as bactérias estarão pouco ativas (BIDONE; POVINELLI, 1999).

Por conta de o processo ter ocorrido em sistema aberto e exposto a todas as intempéries climáticas, as precipitações pluviométricas contribuíram para a umidade se manter alta, segundo dados do fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no ano de 2022 a precipitação total para a região foi de 450 mm, durante os dias em que o trabalho esteve em execução. Nos dias com baixa pluviosidade a leira foi irrigada para manter a umidade necessária.

Para os resultados de teor de matéria orgânica verificou-se que o valor de 120 dias apresentou um valor inferior ao do primeiro dia, como pode ser analisado o valor registrado no primeiro dia foi de 25% de matéria orgânica e ao final do processo foi de 14,9%, isso representa que o houve um aumento da proporção mineral e uma redução no teor da matéria orgânica (Figura 2D). Houve uma redução de 40,4%, isso ocorre por conta que a compostagem é um processo de decomposição da matéria orgânica. Os resultados obtidos assemelham-se aos resultados obtidos por Cucchi et al. (2017) onde o teor de matéria orgânica reduziu de 56,1% para 41,3% ao final do processo.

A MOS vai influenciar no ambiente do solo desempenhando um papel essencial na preservação das funções do solo, devido à sua influência na estrutura e estabilidade do solo, na capacidade de retenção de água, no suporte à biodiversidade e como uma valiosa fonte de nutrientes para as plantas (dos SANTOS SILVA et al., 2022).

Pode-se observar uma queda acentuada da temperatura até o dia 35, isso por conta que o processo se encontrava na fase termófila no processo de bioestabilização, onde a temperatura está mais elevada e a decomposição ocorre mais rapidamente, após isso ocorre o processo de humificação que ocorre mais lentamente, o que explica a desaceleração da curva.

Para os resultados do exame de coliformes totais obtivemos a combinação de positivos 4-1-0 com

limite de confiança de 95% para a combinação positiva. A determinação do número mais provável de bactérias a cada 100 ml foi de 17, com limite inferior de 7 e superior de 46, de acordo Norma técnica L5.202 (CETESB, 2018). Segundo a Resolução CEMA Nº 090, de 03 de dezembro de 2013 para compostagem o valor máximo de coliformes é de no máximo 1000 bactérias a cada 100ml da amostra. Com isso podemos concluir que a compostagem não possui bactérias de forma que prejudique o desenvolvimento das plantas (CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, 2021).

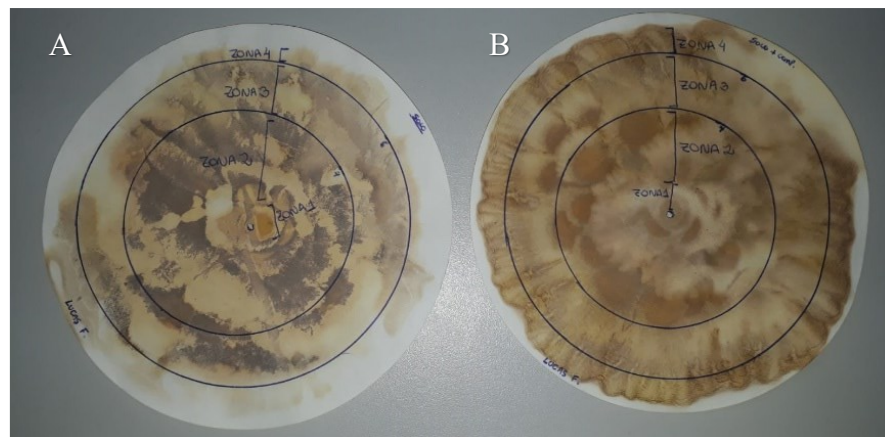
Para coliformes termotolerantes, obteve-se zero tubos com a reação positiva, com esse resultado não podemos afirmar que não a bactérias presentes na amostra segundo a Norma técnica L5.202 (CETESB, 2018), o limite de confiança é de 95% podendo dessa forma termos a presença de até 3,5 bactérias a cada 100 ml da amostra. Para coliformes termotolerantes apresentaram níveis compatíveis com o que é exigido pela legislação CONAMA 375 (BRASIL, 2006).

Por conta da coloração roxa concluímos que as bactérias são gram-positivas. Os dados obtidos estabelecem que os parâmetros para limites de concentrações máximas aceitáveis para diversos elementos e substâncias presentes no composto não contêm agentes que possam ser prejudiciais para seres humanos, animais e plantas.

De acordo a metodologia de cromatografia do solo (Figura 3) proposta por Rivera e Pinheiro (2011), podemos observar que no solo degradado não a uma riqueza de nutrientes, isso pode ser observado através das manchas de coloração mais clara e desordenadas, já na cromatografia do solo com o composto podemos observar que as cores são mais fortes e existe uma melhor interação entre as cores.

O solo utilizado para o experimento é caracterizado com uma sequência de horizontes A-Bw-C, é um solo profundo e intemperizado e alterado com relação ao material de origem. Esse solo tem por característica ter uma alta porosidade, sem pedregosidade e bastante permeável e apresenta baixa fertilidade química, todavia com o correto manejo se tornam mais produtivos. Latossolo é o principal solo encontrado no paraná sendo encontrado em 30,76% do território paranaense (PAULETTI; MOTTA, 2017).

Em relação ao desempenho da compostagem no cultivo de hortaliças, na Tabela 2 observa-se a avaliação das características de crescimentos das plantas de alface, para



**Figura 3.** Cromatografia do solo (A) solo degradado da região (B) solo degradado da região com composto da compostagem em sistema aberto de esterco de ovinos e palha de feijão.

número de folhas por planta ao final do processo a partir do dia 30 após o plantio, verifica-se que os tratamentos T1 (terra preta), T2 (terra preta e adubo NPK) T3 (compostagem e de terra preta) e T4 (solo degradado e composto) não diferenciaram entre si, porém apresentaram diferença significativa quando comparado T5 (solo degradado).

O tratamento com uso apenas do solo degradado foi inferior em todas as variáveis de crescimento por conta de sua baixa fertilidade, entretanto os vasos que receberam a compostagem foram superiores, aos que não receberam nenhuma adubação, mostrando a contribuição da compostagem na fertilidade do solo. De acordo com a tabela 3 pode-se observar que os tratamentos com uso da terra preta (T1, T2 e T3) apresentam melhores resultados não diferindo estatisticamente entre si, e diferindo apenas dos tratamentos com solo degradado (T4 e T5), que mesmo com uso do composto observa-se resultados inferiores em todas as variáveis analisadas, porém nota-se melhores resultados dos parâmetros com uso da compostagem quando comparada apenas com solo degradado.

O desenvolvimento das raízes apresentou crescimento baixo no tratamento apenas com solo degradado, pois, com a presença do composto proporcionou um substrato menos compactado. De acordo com Freitas et al. (2018) a presença do composto no substrato proporciona resultados superiores ao tratamento com solo degradado.

**Tabela 2:** Característica de crescimento da cultura da alface. Número de folhas, Altura (cm) e diâmetro (cm) no decorrer do desenvolvimento da cultura. T1 (terra preta); T2 (terra preta e adubo NPK) T3 (compostagem e terra preta); T4 (composto mais o solo degradado), T5 (somente com solo degradado).

Dia	Trata.	Nº de folhas	Altura(cm)	Diâmetro(cm)
10	1	4,25 (b)	6,25 (a)	7,25(b)
	2	4,75 (b)	6 (a)	9 (a)
	3	4,25 (b)	6,25 (a)	8,25 (ab)
	4	7,5 (a)	7,15 (a)	8,73 (ab)
	5	5 (b)	6,75 (a)	5,5 (c)
20	1	5,25 (b)	6,5 (b)	11,75 (a)
	2	6,5 (b)	7,13 (ab)	13,5 (a)
	3	6,25 (b)	7,5 (ab)	13 (a)
	4	9,5 (a)	8,5 (a)	14,1 (a)
	5	5,75 (b)	6,5 (b)	7,93 (b)
30	1	8,25 (ab)	10 (ab)	17,5 (a)
	2	8,5 (a)	10,25 (ab)	17,75 (a)
	3	8,5 (a)	11,5 (a)	18 (a)
	4	9,5 (a)	10,63 (ab)	17,38 (a)
	5	6,75 (b)	8 (b)	11,38 (b)
40	1	10,25 (a)	12,75 (ab)	21 (ab)
	2	11,75 (a)	12,75 (ab)	24,25 (a)
	3	11,5 (a)	13,75 (a)	25 (a)
	4	10,5 (a)	13,5 (a)	23 (a)
	5	6,5 (b)	8,5 (b)	13,58 (b)

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 3:** Característica da cultura da alface. Massa verde, Massa seca, Massa fresca de Raiz, Massa seca raiz e Comprimento de Raiz. T1 (terra preta); T2 (terra preta e adubo NPK) T3 (compostagem e terra preta); T4 (composto mais o solo degradado), T5 (somente com solo degradado).

Tratamento	Massa verde (g)	Massa seca (g)	Massa fresca raiz (g)	Massa seca raiz (g)	Comprimento Raiz (cm)
1	73 (a)	8,66 (a)	30,75 (b)	7,72 (a)	47,45 (a)
2	79 (a)	10,55 (a)	31,5 (b)	10,62 (a)	42,5 (a)
3	95,75 (a)	13,35 (a)	41,5 (a)	10,15 (a)	40,25 (a)
4	22,82 (b)	1,82 (b)	3,66 (c)	0,48 (b)	20 (b)
5	6,8 (b)	0,63 (b)	1,66 (c)	0,09 (b)	7,66 (c)

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

O processo de compostagem demonstrou excelentes parâmetros, pH, CTC, M.O. e umidade e temperatura. Os materiais orgânicos sólidos tomaram forma com redução odores, cor natural, e maturação.

O composto contribuiu para o desenvolvimento da cultura da alface em solo degradado.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008, 12p.

AMORIM, A. C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K. T. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. Engenharia Agrícola, v. 25, p. 57-66, 2005. [10.1590/S0100-69162005000100007](https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000100007).

APHA. American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: American Works Association, p. 1368, 2005.

AYILARA, M. S.; OLANREWaju, O. S.; BABALOLA, O. O.; ODEYEMI, O. Waste management through composting: Challenges and potentials. Sustainability, v. 12, n. 11, p. 4456, 2020. [10.3390/su12114456](https://doi.org/10.3390/su12114456).

AZIM, K.; SOUDI, B.; BOUKHARI, S.; PERISSOL, C.; ROUSSOS, S.; THAMI ALAMI, I. Composting parameters and compost quality: a literature review. Organic agriculture, v. 8, p. 141-158, 2018. [10.1007/s13165-017-0180-z](https://doi.org/10.1007/s13165-017-0180-z).

BERNAL, M. P.; ALBURQUERQUE, J. A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource technology, v. 100, n. 22, p. 5444-5453, 2009. [10.1016/j.biortech.2008.11.027](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027).

- BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2009, 109p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, Instrução Normativa SDA Nº 27, de 05 de junho de 2006. Diário Oficial da União, 2006.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. 2020. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Seção 1. p.141-146.
- CÁCERES, R.; COROMINA, N.; MALÍNSKA, K.; MARTÍNEZ-FARRÉ, F. X.; LÓPEZ, M.; SOLIVA, M.; MARFÀ, O. Nitrification during extended co-composting of extreme mixtures of green waste and solid fraction of cattle slurry to obtain growing media. *Waste Management*, v. 58, p. 118-125, 2016. [10.1016/j.wasman.2016.08.014](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.014).
- CARICASOLE, P.; PROVENZANO, M. R.; HATCHER, P. G.; SENSI, N. Evolution of organic matter during composting of different organic wastes assessed by CPMS 13C NMR spectroscopy. *Waste Management*, v. 31, n. 3, p. 411-415, 2011. [10.1016/j.wasman.2010.09.020](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.09.020)
- CARNAÚBA, J. P.; DOS SANTOS, P. J. C.; SILVA, I. O.; PEIXINHO, G. S.; ROCHA AMORIM, E. P. Solarização de substrato a base de esterco ovino como alternativa ao substrato comercial na produção de mudas de tomate. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 3, p. 3188-3199, 2021. [10.34188/bjaerv4n3-031](https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-031).
- CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma técnica L5.202. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - Determinação pela técnica de tubos múltiplos, 2018.
- CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007, p. 59-72.
- CUCCHI, P. A.; CARRA, J. B.; FABRIS, M.; DOS SANTOS TONIAL, L. M. Estudo do processo de compostagem por meio do teor de cinzas. *Synergismus scyentifica UTFPR*, v. 12, n. 1, p. 52-58, 2017.
- CURI, N.; KÄMPF, N. Caracterização do solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (eds). *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2015, 147-170.
- FREITAS, N. B.; SOUZA BARBOSA, C.; PAZ, A. A.; NUNES, B. L. V.; STIEVEN, A. C. Eficiência do composto de resíduos orgânicos escolares na produção de alface. *Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas*, v. 19, n. 2, p. 201-218, 2018.
- HECK, K.; DE MARCO, É. G.; HAHN, A. B. KLUGE, M.; SPILKI, F. R.; VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 54-59, 2013. [10.1590/S1415-43662013000100008](https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100008).
- HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. The sedimentation-concentration method in schistosomiasis Manzoni. 1934.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia -. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 12 set. 2022.
- JARA-SAMANIEGO, J.; PÉREZ-MURCIA, M. D.; BUSTAMANTE, M. A.; PAREDES, C.; PÉREZ-ESPINOSA, A.; GAVILANES-TERÁN, I.; MORAL, R. Development of organic fertilizers from food market waste and urban gardening by composting in Ecuador. *PloS one*, v. 12, n. 7, p. e0181621, 2017. [10.1371/journal.pone.0181621](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181621).
- KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. Package ‘factoextra’. Extract and visualize the results of multivariate data analyses, v. 76, n. 2, 2017.
- KIEHL, E. J. *Novos Fertilizantes Orgânicos*. 1 Ed. Piracicaba: Editora Degaspari 2010, 248 p.
- KIEHL, E. J. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. 4ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004, 173 p.
- LUCAS, F. T.; MODESTO, V. C.; DE MELLO PRADO, R.; SILVA, E. S.; BRAOS, B. B. Métodos de secagem de amostras de folhas de alface na determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes. *Revista Trópica*, v. 5, n. 1 2011. [10.0000/rtcab.v5i1.314](https://doi.org/10.0000/rtcab.v5i1.314).
- MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa nº28. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organominerais e Corretivo. Brasília, 2017.
- OLIVEIRA, A. M. G.; de AQUINO, A. M.; de CASTRO NETO, M. T. *Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005, 6p.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. *Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná*. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017, 289 p.
- PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S. *Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018, 18 p.
- REBOLLIDO, R. O. C. I. O., MARTINEZ, J. O. R. G. E., AGUILERA, Y. U. R. I., MELCHOR, K. E. N. I. A., KÖRNER, I., STEGMANN, R. A. I. G. N. E. R. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied ecology and environmental research*, v. 6, n. 3, p. 61-67, 2008.
- RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. *Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo*. Cali: Feriva, 2011. 252 p.

RODRIGUES, M. S.; SILVA, F. C.; BARREIRA, L. P.; KOVACS, A. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W (eds.). Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. FEPAF. Botucatu. 2006. p. 63-94.

ROMÃO, D. R. Potencial de fibras de resíduo agrícola: palha de milho. Monografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015, 46p.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010, 30 p.

SANTOS SILVA, M. G.; SANTOS, R. P.; SOUZA SANTOS, D.; OLIVEIRA GALDINO, W.; SANTOS SILVA, D.; SOUSA, J. I. Resposta fenológica do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae) cultivado em vasos com diferentes doses de matéria orgânica. *Diversitas Journal*, v. 7, n. 2, 2022. [10.48017/dj.v7i2.1999](https://doi.org/10.48017/dj.v7i2.1999).

SBIZZARO, M. Vermicompostagem a partir de dejetos de ovinos e bovinos com palha de cana-de-açúcar. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013, 134 p.

SOUTO, P. C., SOUTO, J. S., SANTOS, R. V. ARAÚJO, G. T. SOUTO, L. S. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no Semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 125-130, 2005. [10.1590/S0100-06832005000100014](https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000100014).

TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. *Agri-Environmental Sciences*, v. 5, 2019. [10.36725/agrics.v5i0.1215](https://doi.org/10.36725/agrics.v5i0.1215).

TEIXEIRA, L. B. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Belém: Embrapa, 2004, 8p.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM Jr., B.; CABRERA, B. R.; MORAES, P.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009. [10.21071/az.v58i224.5074](https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5074).

ZHANG, D.; LUO, W.; LI, Y.; WANG, G.; LI, G. Performance of co-composting sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste at different proportions. *Bioresource Technology*, v.250, p.853-859, 2018. [10.1016/j.biortech.2017.08.136](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.136).