

AVALIAÇÕES QUÍMICAS DAS PLANTAS DE GENGIBRE SUBMETIDAS À DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA

Izabela Guedes Rocha, Daniella Pimentel Junger, Mariana Rodrigues de Almeida, Marina Jordem Almança Possati, Julio Cesar Fiorio Vettorazzi, Rafael Mantovaneli Sousa, Ana Paula Candido Gabriel Berilli.

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, Rod. Cachoeiro-Alegre, Km 48, Alegre, ES. CEP; 29520 000. izabelaguedes456@gmail.com, Jungerdaniella@gmail.com, juliocesar.f.v@hotmail.com, rafael.sousa@ifes.edu.br, ana.berilli@ifes.edu.br.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o composto "frass" a fim de encontrar uma nova alternativa de fonte de matéria orgânica para adubação do gengibre. Para isso, foi avaliado o comportamento químico e físico dos compostos "frass" e cama de frango. Foram realizadas análises na cama de frango e no "frass" para de macro e micronutrientes, umidade, condutividade elétrica, capacidade de campo, pH, densidade, massa fresca e seca. Os resultados forneceram informações importantes sobre o potencial uso do "frass" como fonte sustentável na produção de gengibre, visando aprimorar a qualidade e produtividade das lavouras, enquanto promove a reintegração de resíduos orgânicos no ciclo produtivo.

Palavras-chave: Qualidade. Teor de nutrientes. Matéria orgânica.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica.

Introdução

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma espécie medicinal, aromática e condimentar que é cultivada principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, essa espécie é cultivada nos estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. O Espírito Santo se destaca como o maior produtor e exportador de gengibre do país. A produção é concentrada na região Central Serrana do Estado, especialmente nos municípios de Santa Leopoldina e Santa Maria do Jetibá.

A propagação do gengibre é feita principalmente através de rizomas (caules subterrâneos), que são e plantados a uma profundidade de cerca de 5 a 10 cm. O ciclo de cultivo varia de 8 a 10 meses, desde o plantio até a colheita. Durante esse período, a planta necessita de irrigação regular, especialmente durante os primeiros meses de crescimento.

O gengibre é amplamente utilizado na medicina tradicional e moderna devido às suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e antináuseas. É frequentemente empregado no tratamento de problemas digestivos, como náuseas e indigestão, bem como em resfriados e dores musculares. As pesquisas que envolvem os aspectos nutricionais da cultura são escassas, por esse motivo, essa pesquisa tem o objetivo de avaliar o comportamento químico e físico dos compostos "frass" e cama de frango utilizados como matéria orgânica na produção de gengibre.

Metodologia

Foram realizadas análise de umidade e série de sólidos. Essas análises foram realizadas a cada 15 dias, seguindo o procedimento descrito pela *American Public Health Association – APHA* (2012). Os teores de carbono orgânico e total foram obtidos adaptando-se o método proposto por Carmo e Silva (2012). O método seguiu os seguintes passos: os cadinhos foram calcinados em mufla a 580 °C, por meia hora, em seguida foram pesados vazios em balança analítica e a massa (M0) anotada. Ainda com o cadinho sobre a balança, esta foi tarada e acrescentados 5 gramas do resíduo, anotando a massa (M1). Os cadinhos foram colocados na estufa a 105 °C por 24 horas. Após esse período os cadinhos foram levados ao dessecador, e ao atingir a temperatura ambiente foi realizada a pesagem da massa M2. Os cálculos dos sólidos totais e da umidade foram feitos utilizando as equações abaixo.

$$U(\%) = \frac{(P1 - P0) - (P2 - P0)}{(P1 - P0)} \times 100$$

$$ST(\%) = \frac{(P2 - P0)}{(P1 - P0)} \times 100$$

Onde:

U (%): umidade, em porcentagem;

ST (%): sólidos totais, em porcentagem;

P0: massa do cadinho calcinado, em gramas;

P1: massa úmida da amostra + massa do cadinho, em gramas; P2: massa seca da amostra + massa do cadinho, em gramas.

Os cadinhos com amostra seca foram colocados em forno tipo mufla e mantidos à temperatura de 580°C, por duas horas. Assim, foi obtida a massa de cinzas (P3). Portanto, calcula-se os sólidos voláteis e fixos a partir das equações abaixo:

$$SF(\%) = ST(\%) - SV(\%)$$

$$SV(\%) = \frac{(P2 - P0) - (P3 - P0)}{(P2 - P0)} \times 100$$

Onde:

SV (%): sólidos voláteis, em porcentagem;

ST (%): sólidos totais, em porcentagem;

SF (%): sólidos fixos, em porcentagem;

P0: massa do cadinho calcinado, em gramas;

P2: massa seca da amostra + massa do cadinho, em gramas;

P3: massa da amostra calcinada + massa do cadinho, em gramas.

O teor de carbono orgânico (CO) e carbono total (CT) foram calculados utilizando-se os valores de sólidos voláteis (SV), pois este apresenta uma estimativa da matéria orgânica biodegradável no resíduo (PEREIRA; FIALHO, 2013). As equações para cálculo de CO e CT, propostas por Carmo e Silva (2012) são:

$$CT(\%) = (0,463 \times SV) - 0,550$$

$$CO(\%) = (0,425 \times SV) - 2,064$$

Para a análise do teor de Nitrogênio Total das plantas de gengibre submetidas à diferentes fontes de matéria orgânica, foi utilizado método onde foi baseado na decomposição da matéria orgânica através da digestão da amostra a 400 °C com ácido sulfúrico concentrado, em presença de sulfato de cobre como catalisador que acelera a oxidação da matéria orgânica. O nitrogênio presente na solução ácida resultante é determinado por destilação por arraste de vapor, seguida de titulação com ácido bórico (Nogueira e Souza, 2005). As amostras foram levadas à estufa a 105°C por 24 horas. Após esse período a mesma foi triturada em moinho de facas modelo MA 340, marca Marconi. Foram colocados 0,03 a 0,04 g de cada amostra em tubos de kjeldahl acrescido de 0,4 a 0,45 gramas de mistura digestora (mistura de 20 partes de sulfato de sódio anidro para uma de sulfato de cobre pentaidratado) e 0,65 ml Ácido sulfúrico (H₂SO₄ – d=1,84 g mL⁻¹), P.A. Os tubos foram colocados em bloco digestor, ligado

inicialmente a 250 °C. Quando a temperatura atingiu 250 °C, permaneceu por 1 hora e após foi elevada a 400 °C, permanecendo por duas horas após atingir 400 °C. Após o esfriamento dos tubos, foi acrescentado 10 mL de água destilada em cada tubo e as amostras foram destiladas por arraste de vapor utilizando um destilador Kjeldahl. Para a destilação foi adicionada para cada tubo 6,2 ml de hidróxido de sódio no destilador Kjeldahl e 1,25 ml de ácido bórico contendo o indicador no balão de Erlenmeyer que recebeu a solução destilada. A solução destilada foi então titulada com ácido clorídrico 0,01 mol/L. O nitrogênio total foi obtido a partir da Equação abaixo:

$$NT = \frac{(Va - Vb) \times F \times 0,01 \times 0,014 \times 100}{P1}$$

NT – teor de nitrogênio total na amostra, em porcentagem;

Va – volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, em mililitros;

Vb – volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, em mililitros;

F – fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L; P1 – massa da amostra (em grama).

Condutividade elétrica e pH: foram realizadas em solução, onde foram pesados 10 gramas de cada composto em um becker de 50 mL, com uma bureta foi adicionado 20 mL de água destilada, com um auxílio de um bastão foi misturado durante 2 minutos para homogeneizar, após esse processo, o material ficou em repouso durante 10 minutos, para decantar, logo após, o eletrodo foi lavado com água destilada e seco com papel absorvente, e mergulhado no sobrenadante da solução. A condutividade elétrica foi lida com condutivímetro digital e o pH, com pHmetro.

Para determinação de Macro e micronutrientes: Os materiais foram devidamente acondicionados e enviados ao laboratório Labominas para as análises, as metodologias foram realizadas e adaptadas seguindo a IN 37/2017- Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos.

Massa fresca e seca: A massa fresca foi obtida pela pesagem do material em balança semi-analítica. Para a determinação da massa seca, o material foi acondicionado em estufa de circulação forçada, a uma temperatura média de 60 °C, por 72 horas, e após o tempo de secagem, a massa seca foi determinada através da pesagem das amostras na balança semi-analítica. A densidade aparente, foi determinada em uma amostra de 415 cm³, onde foi colocada para seca a 105 °C por 24h na estufa de circulação.

Resultados

Os resultados da caracterização química e física dos compostos estão dispostos na Tabela 1 que indicou o composto “frass” com valores nutricionais condizentes aos exigidos para a cultura do gengibre. Os compostos foram caracterizados antes de serem incorporados ao solo do experimento para determinação de parâmetros químicos e físicos.

Tabela 1 - Caracterização química e física dos compostos “frass” e cama de frango que foram incorporados ao solo do experimento.

PARÂMETROS	“FRASS”	CAMA DE FRANGO
Nitrogênio (mg kg ⁻¹)	4,29	1,95
Fósforo (mg kg ⁻¹)	3,25	1,68
Potássio (mg kg ⁻¹)	2,33	2,79
Cálcio (mg kg ⁻¹)	14,34	2,13
Magnésio (mg kg ⁻¹)	0,63	0,5
Enxofre (mg kg ⁻¹)	1,12	0,38
Ferro (mg kg ⁻¹)	0,24	0,1
Cobre (mg kg ⁻¹)	<0,01	0,03
Zinco (mg kg ⁻¹)	0,02	0,03
Manganês (mg kg ⁻¹)	0,01	0,04

Boro (mg kg⁻¹)	0,01	0,01
Condutividade Elétrica (S)	4,69	7,79
Capacidade Campo (%)	33,83	66,66
Densidade (g cm⁻³)	0,36	0,26
Ph	7,65	8,27
Massa Fresca (g)	90,15	26,88
Massa Seca (g)	82,49	22,5
Umidade (%)	7,37	19,18
Sólidos Totais (%)	92,62	80,81
Sólidos Voláteis (%)	34,02	80
Carbono Orgânico (%)	12,39	33,21

Fonte: O autor

Pode-se observar que para nitrogênio o composto “frass” apresentou um teor de 4,29 sendo superior a cama de frango de 1,95. Para fósforo, cálcio e enxofre o “frass” também foi superior a cama de frango, apresentando valores de 3,25, 14,34 e 1,12, respectivamente. Enquanto a cama de frango apresentou valores de 1,68, 2,13 e 0,38. Para condutividade elétrica, capacidade de campo, pH, umidade e carbono orgânico, o “frass” apresentou valores inferiores a cama de frango, sendo 4,69, 33,83, 7,65, 7,37 e 12,39, enquanto a cama de frango apresentou valores de 7,69, 66,66, 8,27, 19,18 e 33,21, respectivamente.

Discussão

Os parâmetros químicos são importantes para avaliar a disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas como o nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e para o desenvolvimento estrutural como o cálcio, magnésio e enxofre. Os micronutrientes (ferro, cobre, zinco, manganês e boro) são essenciais para as funções fisiológicas das plantas. Estudo apresentado por Cakmak et al. (2023) descreve as funções de cada micronutriente e seus efeitos de toxicidade e deficiência.

Os parâmetros físicos são determinantes para promover um manejo adequado tanto durante o cultivo quanto no pós-colheita. A capacidade campo indica a quantidade de água que o solo ou composto é capaz de reter, importante para determinar a irrigação mais eficiente. A densidade pode afetar a capacidade de armazenamento de água no solo ou composto, a umidade indica a atividade microbiana e as massas (seca e fresca) indicam a quantidade de matéria orgânica disponível para a planta.

A rápida compostagem de resíduos orgânicos pelas larvas da Mosca Soldado Negro (LMSN) produziu excrementos com altos teores de macronutrientes (NPK) que estão prontamente disponíveis para uso agrícola (Schiavone et al., 2021). Os valores de NPK encontrados aqui são maiores que os observados por Schiavone et al. (2021), sendo valor de nitrogênio, em especial, 4 vezes maior.

A análise de condutividade elétrica e pH em amostras de solo e compostos orgânicos é amplamente utilizada na agronomia e ciências ambientais para avaliar a qualidade e a saúde do solo. A condutividade elétrica é uma medida da capacidade do solo de conduzir corrente elétrica, que está diretamente relacionada à concentração de íons solúveis no solo, como sais, nutrientes, e outros elementos. Um estudo pioneiro de Cameron (1915), destacou a importância de medir a condutividade elétrica para entender a salinidade do solo. O pH, por outro lado, é uma medida da acidez ou alcalinidade do solo, influenciando a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiana.

Estudos realizados por Nair e Bosch (2022) caracterizaram o “frass” proveniente de diversas fontes alimentares e determinaram valores de pH próximos a 7,4 para resíduos orgânicos domésticos. O pH do “frass” utilizado neste experimento está dentro dos parâmetros da literatura para um bom desenvolvimento da planta (7,65). Pode-se considerar que o valor um pouco menos alcalino comparado à cama de frango se deve pela presença de bagaço de laranja como 50% da composição do material utilizado na alimentação das LMSN.

Segundo o estudo apresentado por Egbuchua e Enujeke (2013), a cama de frango demonstrou ser a melhor fonte de adubação para o gengibre, quando comparada ao esterco de vaca e de porco. Os

valores encontrados pelos autores são semelhantes aos encontrados no presente estudo para o composto “frass”. Foi relatado que o cálcio presente na cama de frango apresentou valor de 12,68, enquanto neste estudo foi analisado um valor de 2,13 para a cama de frango e 14,34 para o “frass”.

A série de sólidos analisada inclui sólidos totais e voláteis. O teor de sólidos voláteis indica o processo de decomposição da matéria orgânica, sendo quanto menor o teor, maior a eficiência da degradação (CONCEIÇÃO, 2012).

Análises feitas por Gaspareto et al. (2019), onde analisaram efeitos de diferentes pré-tratamentos em cama de frango, apontam valores de sólidos totais e voláteis variando entre 76 e 39%. O menor teor de sólidos voláteis e de carbono orgânico podem indicar a degradabilidade da biomassa nos compostos e maior taxa de decomposição da matéria orgânica. Desse modo, o “frass” apresenta maior potencial de degradação e disponibilização dos nutrientes para as plantas quando comparado à cama de frango.

As avaliações de carbono orgânico foram feitas para prever sobre o teor de matéria orgânica presente nos compostos. Quanto maior o teor de carbono orgânico, maior a quantidade de substâncias húmicas. De acordo com estudo apresentado por Mendes (2017), onde caracterizou diferentes fontes de matéria orgânica incluindo cama de frango e bagaço de laranja, os valores referentes ao carbono orgânico foi de 12%. No presente estudo, os valores encontrados no “frass” foram condizentes com a literatura e os valores para a cama de frango foram superiores, indicando maior teor de matéria orgânica presente neste composto.

Analisando os valores de pH aqui apresentados para a cama de frango (8,27) junto com o alto teor de carbono orgânico (33,21), é possível afirmar que este composto pode apresentar melhores índices de fertilidade para o solo.

Com relação ao cálcio, o composto “frass” apresentou valores bem elevados (14,34) comparados à cama de frango (2,13), este fator pode ter ocorrido pela grande quantidade de cascas de ovos presente no composto, decorrente do resíduo (pintinhos de um dia abatidos) que alimentou as larvas. Silveira et al. (2016) apontam valores de cálcio em substratos contendo cascas de ovos a 4 kg/ha. De acordo com Do Carmo Magalhães et al. (2011) a baixa solubilidade das cascas de ovos promove liberação de cálcio ao longo do tempo. Porém, estudos com aplicação de cascas de ovos no solo como fonte de cálcio para as plantas são escassos, apontando a necessidade de mais pesquisas nessa área.

Conclusão

Com base nas análises e resultados apresentados, conclui-se que o excremento de larvas da Mosca Soldado Negro, conhecido como “frass”, demonstrou ser uma fonte nutritiva eficaz para a cultura do gengibre.

Referências

APHA. AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

CAKMAK, I., BROWN, P.H., COLMENERO, J.C., HUSTED, S., KUTMAN, B.Y., NIKOLIC, M., RENGEL, Z., SCHMIDT, S.B., FANG-JIE ZHAO, F. Micronutrients. In: **Marschner's mineral nutrition of plants**. Academic Press, 2023. p. 283-385.

CAMERON, F.K. **Potash from kelp**. US Government Printing Office, 1915.

CARMO, D. L., SILVA, C. A. **Métodos de Quantificação de Carbono e Matéria Orgânica em Resíduos Orgânicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1211-1220, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n4/15.pdf>>. Acesso em: 30 Ago. 2024.

CONCEIÇÃO, P.S. **Avaliação da tratabilidade da cama de frango por processos aeróbios de compostagem visando sua reutilização**. 2012.

DO CARMO MAGALHÃES, M., RIBEIRO, A., QUINA, M., CAMEIRA, C., SOARES, M. Tratamento e valorização agrícola da casca de ovo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 191-204, 2011.

EGBUCHUA, C. N.; ENUJEKE, E. C. Growth and yield responses of ginger (*Zingiber officinale*) to three sources of organic manures in a typical rainforest zone, Nigeria. **Journal of Horticulture and Forestry**, v. 5, n. 7, p. 109-114, 2013.

MENDES, L. A. **Avaliação das transformações químicas e do potencial agrônomo de biofertilizantes líquidos produzidos a partir de resíduos agroindustriais para o manejo sustentável em agricultura orgânica**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NAIR, A., BOSCH, G. Potential Applications of Frass Derived from Black Soldier Fly. **Journal of Insect Science**, v. 20, n. 5, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9455751/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

NOGUEIRA, A.R.A., SOUZA, G.B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

PEREIRA, L.A.A., FIALHO, M.L. **Gestão da sustentabilidade: compostagem otimizada em resíduos sólidos orgânicos com a utilização de metodologia enzimática na implantação de uma usina de compostagem de lixo no município de Santa Juliana/MG**. Int. J. Knowl. Eng. Manage. Florianópolis, v.2, n.2, p.52-85, 2013.

SCHIAVONE, A., DABBOU, S., PETRACCI, M., ZAMPIGA, M., SIRRI, F., BIASATO, I. **Hermetia illucens (L.) larvae as chicken manure management tool for circular economy**. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 125677, 2021.

SILVEIRA, N.H., RABELO, F.H., REZENDE, A.V., RABELO, C.H.S., BIANCHINI, H.C. Casca de ovo como fonte de cálcio na produção, nutrição e composição bromatológica dos capins Piatã e Marandu. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 113-118, 2016.