

A UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE DE BIODIGESTOR PARA ANÁLISE DO CRESCIMENTO DO FEIJÃO CARIOCA (*PHASEOLUS VULGARIS*)

THE USE OF BIODIGESTOR BIOFERTILIZER FOR ANALYZING THE GROWTH OF THE COMMON BEAN (PHASEOLUS VULGARIS)

EL USO DE BIOFERTILIZANTE DE BIOGESTOR PARA ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE FRIJOLES CARIOCA (PHASEOLUS VULGARIS)

Danielle de Proença Soares¹
Marcos Baroncini Proença²

Resumo

Este estudo, em fase inicial, avaliou a incidência do crescimento do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), desde a germinação dessa planta leguminosa, do crescimento radicular, até a formação da planta adulta. Foram realizadas comparações de crescimento entre as plantas utilizadas (total de 3 amostras). Houve a comparação da análise do pH da biomassa do biodigestor, além de serem utilizados o biofertilizante do biodigestor caseiro, adubo de composteira caseira e misturado (composteira e biodigestor). As amostras foram acondicionadas com a incidência de sol e em local de sombra, com diminuição das regas, para posterior comparação. O intuito foi analisar a contribuição do biofertilizante de biodigestor versus do húmus de composteira e misturados, como possível fonte de nutrientes para enriquecimento de substratos para o crescimento radicular primário como meio de demonstrar a importância da utilização de compostos orgânicos, advindos da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos, para a manutenção ou semeadura de leguminosas, com intuito de produzir alimentos orgânicos ou diminuir a utilização de adubos químicos para a manutenção do meio ambiente.

Palavras-chave: biodigestão anaeróbica; composto orgânico; absorção.

Abstract

In this work, the researchers evaluated the growth of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its initial stage, from the germination of this leguminous plant to its root growth and finally to the adult plant. Comparisons were made between the growth of the plants used (3 samples in total), as well as the comparison of the analysis of the pH of the biomass coming from the biodigester, besides the use of biofertilizer from a homemade biodigester, fertilizer from a home compost bin, and mixed (from both the compost bin and the biodigester). This study stored the samples in full sun and in shaded areas with reduced irrigation for later comparison. The intention was to analyze the contribution of the biofertilizer from the biodigester compared to the humus from the compost bin, and finally both were mixed, as a possible source of nutrients for substrate enrichment aimed at primary root growth, as a means to demonstrate the importance of using organic composts, coming from the recycling of solid organic residues, for the maintenance and seeding of leguminous plants, with the intention of producing organic food of reducing the use of chemical fertilizers for maintaining the environment.

Keywords: anaerobic biodigestion; organic compost; absorption.

Resumen

Este estudio, en fase inicial, evaluó la incidencia del crecimiento del frijol carioca (*Phaseolus vulgaris*), desde la germinación de esa planta leguminosa, del crecimiento radicular, hasta la formación de la planta adulta. Se realizaron comparaciones de crecimiento entre las plantas utilizadas (total de 3 muestras). Se comparó el análisis del pH de la biomasa del biodigestor, además de ser utilizado el biofertilizante del biodigestor casero, abono de

¹ Graduanda do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, pela Universidade Internacional (UNINTER). Lattes: 8993457173803667. E-mail: danielleproenca10@gmail.com

² Professor Ensino Superior III UNINTER. E-mail: marcos.p@uninter.com

compostaje casero y mezclado (compostaje y biodigestor). Las muestras fueron acondicionadas con la incidencia del sol y en lugar de sombra, con disminución de riegos, para posterior comparación. El objetivo fue analizar la contribución del biofertilizante de biodigestor versus el humus de compostaje y mezclados, como posible fuente de nutrientes para el enriquecimiento de sustratos para el crecimiento radicular primario como medio de demostrar la importancia del uso de compuestos orgánicos, procedentes del reciclaje de residuos sólidos orgánicos, para el mantenimiento o siembra de leguminosas, con el fin de producir alimentos orgánicos o disminuir el uso de fertilizantes químicos para el mantenimiento del medio ambiente.

Palabras clave: biodigestión anaeróbica; compuesto orgánico; absorción.

1 Introdução

Resíduos sólidos, também intitulado de lixo, são todos os materiais resultantes das ações do homem. Os resíduos sólidos orgânicos são, basicamente, restos de alimento e de outros resíduos como podas, descartados pela ação humana. Os resíduos sólidos, descartados inadequadamente no meio ambiente, principalmente em países com baixo índice em desenvolvimento urbano, causam a poluição do solo, rios e atraem vetores. Considera-se como um dos fundamentos de sustentabilidade econômica de uma nação a sua condição de garantir logística e energia no desenvolvimento de sua produção, ao passo em que essa condição seja ecologicamente correta e segura (Cremonez *et al.*, 2013).

Esses resíduos podem ser utilizados como fonte de energia, posteriormente, sendo transformados em adubos. Seu uso se torna um método barato e sustentável, devido ao baixo custo de sua matéria prima, além do fato de ser possível utilizar, desde excretas de animais até restos de resíduos orgânicos para produção de energia por meio da digestão anaeróbica, realizada, por exemplo, por biodigestores.

O biodigestor é um equipamento com seu uso de extrema relevância, principalmente no campo. Esse aparelho, realiza, por meio de um processo denominado de biodigestão anaeróbica, a produção de biogás e seu produto é um biofertilizante, rico em nutrientes que ajuda na manutenção do solo, auxiliando na agricultura. O biofertilizante possibilita o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e menos dependente de insumos minerais (Gotardo; Montovani, 2021).

O biogás, produzido a partir da digestão anaeróbica, vem sendo estudado constantemente, entretanto, os custos das análises desses processos são bastante altos, por esse motivo, é necessário realizar pesquisas exploratórias e análises com esses tipos de combustíveis, a fim de criar soluções menos poluidoras e que não causem tantos danos ao meio ambiente, como é o caso dos combustíveis fósseis (Strelow; Mendes, 2015). A biodigestão anaeróbica consiste na degradação da matéria orgânica realizada por diferentes microrganismos. Nesse sentido, a degradação desses compostos é transformada em substâncias simples, como o

dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), hidrogênio (H), entre outros (Gotardo; Montovani, 2021).

Segundo Teixeira (2022), o crescimento agropecuário no Brasil e as exigências do mercado consumidor por uma produção mais sustentável e orgânica têm direcionado as cadeias produtivas para o aprimoramento do desempenho social, econômico e ambiental. Segundo Gotardo; Montovani (2021), o uso desses produtos de origem de restos de alimentos traz benefícios para o solo e para a produção, pois auxilia as plantas em seu desenvolvimento, desde a formação da raiz, até a planta adulta, pois são compostos ricos em nitrogênio e fósforo, nutrientes essenciais para o crescimento das plantas.

O objetivo desse trabalho, em fase inicial de estudos, é analisar a incidência de crescimento do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), desde a germinação até a formação da planta adulta com projeção dos frutos (vagem), frente a verificação de adubação do substrato. Foram utilizados os compostos orgânicos de um biodigestor caseiro, versus o adubo de composteira caseira, para que, posteriormente, haja uma comparação no desenvolvimento da planta leguminosa em questão.

2 Fundamentação teórica

Com a crescente demanda por alimentos, o uso indiscriminado do solo para atividades agrícolas, o descarte irregular de resíduos sólidos orgânicos, tanto nas cidades quanto em regiões rurais, aumenta cada vez mais a degradação do meio ambiente. Nos primórdios da humanidade, a natureza era capaz de absorver e reciclar as sobras alimentares, os dejetos humanos e outros resíduos sólidos gerados em decorrência das atividades humanas no planeta (Nadal; Garbossa; Machado, 2022). O processo natural de degradação de resíduos orgânicos, passou a ser insuficiente frente à demanda da industrialização e do crescimento das tecnologias utilizadas no campo e áreas urbanizadas. O ser humano passou a adquirir hábitos de descartar resíduos sólidos em meio a natureza, trazendo consigo, ao longo de sua evolução, problemas ambientais graves, dentro dos quais estão as mudanças climáticas.

Segundo Nadal, Garbossa e Machado (2022), a evolução da sociedade exigiu do homem providências no sentido de que córregos, rios, mares e solos não continuassem sendo contaminados em decorrência das diversas atividades humanas. Nesse sentido, providências deveriam ser tomadas e por esse motivo, fez-se a necessidade de grandes movimentos em prol da conservação ambiental. A Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, sediada em Estocolmo, no ano de 1972, reuniu 113 países para discutir

problemas ambientais. Além da poluição atmosférica que já preocupava a comunidade científica, tratou-se sobre a poluição da água e a do solo, provenientes da industrialização, e a pressão do crescimento demográfico sobre os recursos naturais (Ribeiro, 2001). Tecnologias têm sido implantadas para diminuir a poluição e degradação do meio ambiente. O uso de biodigestores em propriedade rurais tem se demonstrado eficaz para a obtenção de produtos orgânicos e menos poluidores. Os biofertilizantes tem demonstrado cada vez mais potencialidades positivas em relação ao cultivo.

Com um pH básico (aproximadamente 7,5), o biofertilizante também atua como corretivo de pH do solo. Além de não propagar mau cheiro e não ser poluente, quando comparado aos fertilizantes químicos, a obtenção dos biofertilizantes não apresenta custo (Barros 2021). O princípio da adubação orgânica é manter os ciclos biogeoquímicos naturais de forma que possam ser ativados e otimizados (Souza *et al.*, 2018).

O uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos tem sido substituído por alternativas sustentáveis. O manejo das culturas orgânicas tem se intensificado e, com o pensamento voltado para manejo correto do solo, os resíduos orgânicos derivados da agropecuária e das grandes cidades poderiam ser importantes fontes de nutrientes para o solo comumente destinado para a agricultura (Nadal; Garbossa; Machado, 2022). No entanto, essa ainda é uma realidade distante de ser conquistada no cenário atual (Nadal; Garbossa; Machado, 2022), uma vez que existem poucos investimentos para se obter resultados por meio de pesquisas, utilizando tecnologias como os biodigestores, a fim de elucidar o uso sustentável de energia.

O uso de adubos orgânicos na agropecuária possibilita a disposição adequada de resíduos, reduz os impactos ambientais, melhora a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de produção. Sendo o feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) um importante alimento para o brasileiro, por ser rico em nutrientes e possuir um histórico-cultural, em seu manejo, faz-se necessário o uso adequado de fertilizantes, de forma a não prejudicar o uso do solo.

2.1 Feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*)

O feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), comumente encontrado nos pratos da culinária brasileira, muito apreciado no sudeste brasileiro, pertence à família Fabaceae (Leguminosae). O grão é rico em fibras solúveis e, com isso, tem sido relacionado à redução dos níveis de colesterol e de açúcar no sangue em seres humanos (Ronko *et al.*, 2021). Além disso, fornece quantidades significativas de proteínas, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais. Em feijões secos, o principal componente dos cotilédones do grão é o amido. Esse polissacarídeo atua

como reserva energética nas plantas, encontra-se na forma de grânulos semicristalinos e define a maior parte das propriedades estruturais e funcionais de certos alimentos. Os macronutrientes variam de acordo com as condições de plantio, incluindo: solo, adubação, irrigação e armazenamento, conforme variedade genética e espécie (Ronko *et al.*, 2021).

Para a semeadura da semente, segundo Barros (2021), deve ser feita uma análise do solo, para análise do pH, e caso seja inferior a 5,5, será necessária sua correção. Nos solos de baixa fertilidade, torna-se necessária a adubação, que também deve seguir as recomendações feitas pela análise do solo.

2.2 Biodigestor e biodigestão anaeróbica

Os biodigestores são sistemas fechados, nos quais se acondiciona uma biomassa orgânica, com o intuito de obter o biogás pela digestão anaeróbica, realizada por microrganismos, por meio de processos sem a presença do oxigênio. O produto final é uma biomassa rica em nutrientes, e esse composto pode ser utilizado como biofertilizante para enriquecer substratos (Gotardo; Montovani, 2021).

Figura 1: Biodigestor de bancada, com aparelho para medição do PH e umidade da biomassa em processo de fermentação anaeróbica



Fonte: elaborado pela autora (2023).

As bactérias fermentativas hidrolíticas convertem, por meio da ação de exoenzimas, materiais complexos como polímeros (proteínas, lipídios, carboidratos) em compostos solúveis simples, monômeros. Assim, as proteínas são convertidas em aminoácidos; lipídios solúveis em ácidos graxos voláteis; e os carboidratos em açúcares simples. Nessa fase, qualquer alteração do meio (pH e temperatura) pode inviabilizar a velocidade do processo e interromper a atividade dos micro-organismos envolvidos (Martins, 2018).

As bactérias acidogênicas assimilam, metabolizam e convertem os compostos gerados na hidrólise, principalmente, os ácidos graxos voláteis como, propionato, acetato e butirato. Quando em menores quantidades, são gerados álcoois, ácido lático, gás carbônico, hidrogênio, amônia, sulfeto, dióxido de carbono e novas células bacterianas (Martins, 2018). As bactérias acetogênicas, convertem os produtos gerados na acidogênese. Sabe-se que a formação de acetato resulta na produção de grande quantidade de H₂ (hidrogênio), a partir dos ácidos orgânicos (Martins, 2018).

Na metanogênese, as arqueias metanogênicas convertem os compostos orgânicos gerados na acetogênese em biogás, principalmente metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). O metano é produzido pelas arqueias, por duas vias metabólicas principais (Martins, 2018). As arqueias hidrogenotróficas, utilizam o hidrogênio (H₂) como doador de elétrons e o dióxido de carbono (CO₂) como acceptor de elétrons para a produção de metano (CH₄). As arqueias acetoclásticas transformam o acetato em metano (CH₄) e em dióxido de carbono (CO₂). Na sulfetogênese, as bactérias reduzem os sulfatos e outros compostos sulfurados em sulfetos (Martins, 2018). Esse grupo de microrganismos utiliza diversos substratos orgânicos como doadores de elétrons, podendo competir com as demais bactérias e arqueias. Essa fase pode ocorrer ou não, dependerá da disponibilidade de sulfato no meio (Martins, 2018).

O biofertilizante, resultado desse processo, pode ser utilizado para o enriquecimento de substratos, substituindo, assim, os fertilizantes químicos. Com essa premissa, culturas diversas, podem utilizar esse produto, com o intuito de preservar o meio ambiente, prevenindo o solo e os cursos d'água da lixiviação e poluição, se utilizado de forma correta.

Figura 2: À esquerda, processo da fermentação em fase fechada (anaeróbica) e à direita, processo final (aberto).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 3: À esquerda biofertilizante disponibilizado por cima do substrato e à direita, misturado ao substrato.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3 Metodologia

Nesse trabalho, foram utilizadas pesquisas bibliográficas, com intuito de analisar os parâmetros frente aos estudos já propostos nesse âmbito. As plataformas utilizadas foram Google Acadêmico, Scielo e periódicos portal CAPES. Foi confeccionado um biodigestor de bancada, sendo necessário, um vidro de conserva grande de 1.800 ml e materiais para vedação, nesse caso foi utilizado cola quente em bastão.

A quantidade de material orgânico utilizado foi de 670 gramas, sendo adicionado 100 gramas de capim elefante (*Cenchrus purpureus*). Foram utilizados: restos alimentares cozidos, com a presença de grãos, alimentos folhosos, carne (proteína de frango), banana, leguminosas e batata. A mistura foi acidificada com vinagre de álcool a 4,2% de ácido acético e homogeneizados, com o intuito de baixar o pH do composto. O tempo de fermentação da biomassa foi de 25 dias.

O substrato utilizado foi terra de coloração escura (preta/amarronzada), disponibilizada em potes de plástico. O plantio das sementes foi realizado no dia 18 de junho de 2023, contando com 3 (três) amostras da semente do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*). O experimento ocorreu no município de Jundiaí, estado de São Paulo. As sementes foram dispostas em prateleiras em ambientes externos, uma com incidência direta do sol, outra parcial e outra somente em local sombreado.

A proporção de biofertilizante do biodigestor foi de 20gr. Parte foi acondicionado em um pote por cima e parte misturado ao substrato em outro pote. O húmus de composteira foi completamente misturado ao substrato, na proporção de 10gr e acondicionado em outro pote. As sementes foram introduzidas sem muita profundidade. Foi utilizado para medição do PH, e da

A utilização do biofertilizante de biodigestor para análise do crescimento do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*)

umidade da biomassa do biodigestor, um medidor de PH analógico, já para realizar as medidas métricas, uma trena.

4 Resultados e discussão

A biomassa do biodigestor de bancada, durante a fase fermentativa até a estabilização da matéria orgânica, manteve o pH básico, com boa projeção de crescimento de microrganismos. A biomassa apresentou no processo final de biodigestão anaeróbica uma coloração amarelo-esverdeado. A tabela 1, demonstra o parâmetro do pH.

Tabela 1: Análise do pH referente à biomassa do biodigestor/estabilização da matéria orgânica (fermentação).

DATA	pH
03/05/2023	5,5
16/05/2023	8
28/05/2023	7,5
07/06/2023	7
14/07/2023	7

Fonte: elaborado pela autora (2023).

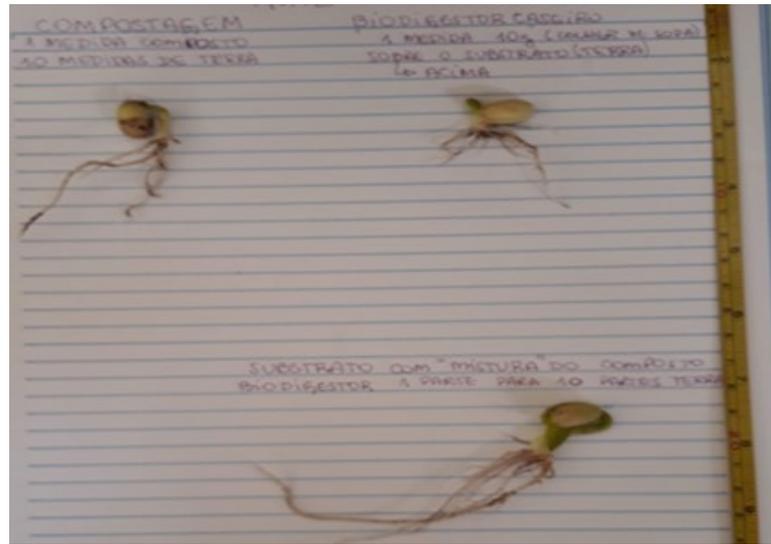
O crescimento das plantas, envolvidas nesse estudo, foram diferentes. A planta cujo composto de biofertilizante do biodigestor foi misturada ao substrato de terra, obteve o melhor resultado em crescimento em comparação às outras formas de compostos orgânicos utilizadas (composteira) e do biofertilizante disponibilizado por cima da terra. Não foram realizadas adubações posteriores ao inicial. Após a fase de maturação dos feijoeiros (*Phaseolus vulgaris*), esses foram acondicionados em vasos de plásticos de 10 cm, com projeções posteriores de floração das plantas. A medição do crescimento das plântulas do feijoeiro foi realizada com uma trena e posteriormente, posicionadas em uma folha com linhas e analisado com medidas em cm. A Tabela 2 e Figura 4, demonstram esses resultados.

Tabela 2: Análise de crescimento da leguminosa *Phaseolus vulgaris* com projeção da utilização dos adubos de composteira e de biodigestor.

Plântula do feijão carioca (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	cm aproximados de crescimento inicial
Biofertilizante do biodigestor misturado ao substrato	10
Biofertilizante do biodigestor por cima do substrato	6
Biofertilizante humu de composteira	8

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4: Crescimento da raiz da leguminosa *Phaseolus vulgaris*, figura da esquerda com a utilização de humu de composteira, da direita superior com a utilização do biofertilizante por cima do substrato e figura inferior com o biofertilizante misturado ao substrato.



Fonte: elaborado pela autora (2023.)

As regas foram realizadas com espaçamento de 3 em 3 dias, e as folhas obtiveram boa projeção de turgidez, como mostra a Figura 5. Para aumentar a eficiência do uso de água, é necessário sistemas de irrigação mais eficientes, investir em novas tecnologias poupadoras de água, como aquelas relacionadas ao manejo racional de água, à redução das perdas de água por evaporação e à irrigação com déficit hídrico controlado (Marouelli *et al.*, 2011). O Brasil ainda, mesmo contando com boas tecnologias no campo, desperdiça muita água. Nutrir o substrato corretamente pode auxiliar no uso racional de água. O teor de água do solo existente na zona radicular das plantas, bem como sobre a energia com que a água está retida no solo, tem sido uma das estratégias mais utilizadas para definição do momento de irrigar (Marouelli *et al.*, 2011). Por esse motivo, dentro das observações desse trabalho, o substrato úmido durante esse período de espaçamento de 3 dias determinou o crescimento favorável do feijoeiro e dos frutos (vagens).

Para uma análise da deficiência hídrica nas plantas, consideram-se as mudanças da coloração, ângulo de posição das folhas, índice de crescimento, teor absoluto de água, potencial hídrico, temperatura e taxa de transpiração (Marouelli *et al.*, 2011). Nesse sentido, a turgidez e somando a boa coloração das folhas do feijoeiro, como demonstrado na figura 5, mostram-se em excelentes condições de umidade do substrato, indiferente se houve ou não exposição ao sol.

Figura 5: Folhas, flor e a vagem (fruto) da leguminosa *Phaseolus vulgaris*.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Outro destaque foi a incidência do pH do substrato, que se manteve básico, nesse caso, ideal para os feijoeiros. A acidez do solo é determinante na disponibilidade dos nutrientes. (Gotardo; Montovani, 2021). Em relação aos crescimentos diferenciados, possivelmente, os microrganismos da biodigestão tenham realizado de forma mais eficiente, em consonância com outros fatores, o crescimento radicular da plântula que foi adicionado o biofertilizante do biodigestor misturado ao substrato de terra, pois, grande parte das plantas da família das leguminosas possuem a capacidade de interagir, por meio de uma relação simbiótica mutualística (Coelho *et al.*, 2021). Uma importante característica do feijoeiro é a capacidade de realizar simbiose com bactérias (Coelho *et al.*, 2021).

A manutenção desse substrato foi mínima. Segundo Gonçalves *et al.* (2019), a biomassa e a atividade dos microrganismos no solo é uma maneira rápida e prática de verificar a sua qualidade, pois são indicadores muito sensíveis de mudanças no meio, como aquelas advindas do manejo do solo e das culturas. O resultado verificado ao que tange o crescimento e desenvolvimento, desde a formação da raiz primária da planta até o desenvolvimento completo com projeção de frutos, foi determinante para o estudo. As vagens tiveram um crescimento acima do esperado, uma vez que foi utilizado apenas adubação orgânica, sem manutenção posterior do substrato com outros tipos de adubações.

5 Considerações finais

A planta cujo composto do biofertilizante do biodigestor, misturado ao substrato de terra, obteve o melhor resultado com relação ao seu crescimento, em comparação às outras formas de compostos orgânicos utilizadas (composteira e misturado). Outro destaque foi a incidência de pH do substrato que se manteve básico, sendo o ideal para esse estudo. As folhas

das plantas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) demonstraram turgidez positiva, mesmo com espaçamento das regas, indiferente se houve ou não exposição ao sol. Portanto, as doses utilizadas do biofertilizante atendeu aos objetivos desse estudo, em analisar o crescimento da raiz primária da planta e o desenvolvimento até a formação de seus frutos. Isso demonstra que o uso de adubações químicas pode ser diminuído ou substituído pelo uso biofertilizantes, advindos do descarte de resíduos sólidos orgânicos.

Possivelmente, em utilizações futuras desse tipo de biofertilizante, seja necessária a adequação da quantidade em relação ao substrato a ser utilizado e reforçar os estudos com relação ao uso adequado desse, pois a relação do uso com as projeções de absorção de compostos orgânicos, em grandes quantidades pelo solo, podem causar prejuízos ou até desequilíbrio no meio metabólico local.

Referências

BARROS, T. D. **Biofertilizantes**. 08 dez. 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/residuos/biogas/biofertilizante>. Acesso em: 01 out. 2023.

COELHO, L. G. F. *et al.* **A inoculação do feijoeiro no Brasil**. Planaltina: Embrapa, 2021.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142446/1/Doc-384.pdf>. Acesso em: 01 out. 2023.

CREMONEZ, P. A. *et al.* Biodigestão anaeróbica no tratamento de resíduos lignocelulósicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 2, n. 4, p. 21-35, 2013.

DOI: 10.5380/rber.v2i4.33901. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/287429087_Biodigestao_anaerobia_no_tratamento_de_residuos_lignocelulosicos. Acesso em: 01 out. 2023.

MAROUELLI, W. A. *et al.* Manejo da água de irrigação. *In*: EMBRAPA. **Irrigação e fertirrigação**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/915574/manejo-da-agua-de-irrigacao>. Acesso em: 27 set. 2023.

GONÇALVES, V. A. *et al.* Biomassa e atividade microbiana de solo sob diferentes sistemas de plantio e sucessões de culturas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2611>. Acesso em: 27 set. 2023.

GOTARDO, R.; MANTOVANI, A. Utilização de biofertilizante obtido em um biodigestor anaeróbico alimentado pela mistura de resíduos agroindustriais em área agrícola. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/141120211493>.

Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1493>. Acesso em: 3 set. 2024.

MARTINS, A. S. **Digestão anaeróbica de resíduos alimentares: efeitos da carga orgânica e da adição de elementos traço sobre a produção de metano e a diversidade microbiana**. 2018.

169 f. Tese (Meio ambiente e Recursos Hídricos) — Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1158D.PDF>. Acesso em: 30 ago. 2023.

NADAL, T. M.; GARBOSSA, R. A.; MACHADO, D. P. (Org.). **Do micro ao macro: ecologia e complexidade**. Curitiba: Editora escolha certa, 2022. Disponível em: [noticias_do-micro-ao-macro-ecologia-e-complexidade-versao-final.pdf](#) (uninter.com). Acesso em: 30 set. 2023.

RIBEIRO, W. C. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2001.

RONKO, L. Z. *et al.* Caracterização físico-química de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e das propriedades tecnológicas de sua fração amido. **Revista brasileira de tecnologia Agroindustrial**, v. 15, p. 3535, 2021. DOI: 10.3895/rbta.v15n1.12699. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/12699>. Acesso em: 30 out. 2023.

SOUZA, R. *et al.* Utilização de adubos químicos e adubos orgânicos. **Anuário discente**, v. 7, p. 34-40, 2018. Disponível em: <https://sipe.uniaraquai.edu.br/index.php/anuario/article/view/855>. Acesso em: 30 set. 2023.

STRELOW, F. H.; MENDES, R. S. **Monitoramento de gases por meio de rede de sensores controlados com Arduino**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12569>. Acesso em: 01 out. 2023.

TEIXEIRA, A. L. Sistemas agrícolas mais sustentáveis. **Megatendência Sustentabilidade**, p. 01-03, 2022. Disponível em: [e12e87f8-680e-90c6-80b8-ebed2d077fe2](#) (embrapa.br). Acesso em: 30 set. 2023.