

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM TÉCNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGAS**

GILMAR MARCELO DE PAULA

**FERTIRRIGAÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM DIGESTATO
PROVENIENTE DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE CAMA DE FRANGO**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA

2019

GILMAR MARCELO DE PAULA

**FERTIRRIGAÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM DIGESTATO
PROVENIENTE DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE CAMA DE FRANGO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dra. Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa.

MEDIANEIRA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

FERTIRRIGAÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM DIGESTATO PROVENIENTE DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE CAMA DE FRANGO

por

GILMAR MARCELO DE PAULA

Esta Monografia foi apresentada em 03 de maio de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa
Prof.(a) Orientador(a)

Thiago Edwiges
Membro titular

Felipe Souza Marques
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

Paula, Gilmar Marcelo de; Costa, Mônica Sarolli Silva de Mendonça. **Fertirrigação de mudas de alface com digestato proveniente da digestão anaeróbia de cama de frango**. 2019. Número total de folhas. Monografia Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

O processo de digestão anaeróbia (DA) traz como vantagens o saneamento ambiental e a produção de dois produtos de interesse econômico, o biogás (fonte alternativa de energia) e o digestato (fonte de nutrientes às plantas). O presente estudo objetivou avaliar o efeito da utilização de digestato proveniente do processo de DA, da fração líquida da cama de frango após a separação de fases em mudas de alface. Os tratamentos foram definidos em função de diferentes diluições do digestato em água (0,0; 1,0; 10,0; 25,0 e 50%) os quais foram utilizados em fertirrigação nas bandejas contendo as mudas de alface, em delineamento em faixas. Após 30 dias da germinação das sementes, dez mudas de cada tratamento foram colhidas e determinados os seguintes parâmetros fitométricos: número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Determinou-se ainda, por meio da equação de Dickson, o índice de qualidade de mudas (IQM). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Observou-se efeito estatístico do uso do digestato nos parâmetros NF, APA e DC. O tratamento em que se utilizou digestato com 50% de diluição apresentou-se superior às diluições 0 e 1% para o NF (5,10 folhas); à todas as demais diluições no parâmetro APA (12,69 cm) e à diluição de 1% para o parâmetro DC (1,97 cm). Não foram observadas diferenças estatísticas para o IQM, o que permite inferir que o uso do digestato não afeta negativamente o desenvolvimento das mudas. Conclui-se que as diluições avaliadas promovem incremento nos parâmetros fitométricos envolvidos na produção de mudas de qualidade, sendo a diluição de 50% recomendada para o digestato com as características apresentadas.

Palavras Chave: *Lactuca Sativa*, Índice de Qualidade de Mudas, substrato comercial, biofertilizante.

ABSTRACT

The process of anaerobic digestion (AD) brings environmental sanitation and the production of two products of economic interest, biogas (alternative energy source) and digestate (source of nutrients to plants) as advantages. The present study aimed to evaluate the effect of the digestate from the AD process of the liquid fraction of chicken litter bed after the separation of phases in lettuce. The treatments were defined according to different dilutions of the digestate in water (0.0, 1.0, 10.0, 25.0 and 50%), which were used in fertigation in the trays containing lettuce. After 30 days of seed germination, ten seedlings of each treatment were harvested and the following phytometric parameters were determined: leaf number (LN), root length (RL), shoot height (SH), stem diameter (SD), dry shoot mass (DSM) and root dry mass (RDM). The quality index of seedlings (QIS) was also determined using the Dickson equation. The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability ($p < 0.05$). It was observed a statistical effect of the use of the digestate in the parameters LN, SH and SD. The treatment with 50% dilution of the digestate was superior to the dilutions 0 and 1% for LN (5.10 leaves); to all other dilutions in the SH parameter (12.69 cm) and at the dilution of 1% for the SD parameter (1.97 cm). No statistical differences were observed for the QIS, which allows to infer that the use of the digestate does not negatively affect the development of the seedlings. It is concluded that the dilutions evaluated promote an increase in the phytometric parameters involved in the production of quality seedlings, being the 50% dilution recommended for the digestate with the characteristics presented.

Keywords: *Lactuca Sativa*, Quality index of seedlings, commercial substrate, biofertilizer.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4 CONCLUSÕES	14
5 REFERÊNCIAS	15

INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças vem crescendo em todo o mundo devido à preocupação da população com a saúde. Mudanças comportamentais estão ocorrendo, principalmente no que diz respeito aos padrões de consumo de alimentos de origem vegetal. É crescente a demanda por produtos mais saudáveis, e, portanto o consumo de alimentos orgânicos tem aumentado. Diante dessa necessidade de mercado e do aumento de produtos inseridos nesse método de cultivo, verifica-se a importância do desenvolvimento de pesquisas voltadas à novas tecnologias de produção com o uso de métodos menos agressivos e ecológicos.

Uma das etapas mais importantes da produção de hortaliças diz respeito à produção das mudas. Neste sentido, inúmeros trabalhos são direcionados à produção de mudas em substratos alternativos, principalmente com a utilização de composto orgânico (TRAZZI et al., 2012; ZHANG et al., 2013). Outra estratégia interessante na produção de mudas diz respeito à utilização do digestato, subproduto do processo de digestão anaeróbia, rico em nutrientes prontamente disponíveis para a planta (D'AVILA et al., 2018).

O uso de digestato durante a produção de mudas é pouco referenciado na literatura. Braga et al. (2017) avaliaram o efeito do biofertilizante sob o vigor das mudas de tomateiro em desenvolvimento inicial em casa de vegetação. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), testando-se diferentes concentrações do biofertilizante (0, 10, 25 e 50%), nos intervalos de três, sete e dez dias, com cinco repetições de dez mudas cada. Os dados de comprimento da planta, diâmetro do caule, número folhas por planta e massa seca foram coletados para serem analisados. Os tratamentos que obtiveram melhores resultados foram aqueles que receberam as aplicações mais concentradas do biofertilizante de esterco bovino (50% e 25%) e com menor intervalo de tempo (3 em 3 dias e 7 em 7 dias).

Na agricultura orgânica, os biofertilizantes são importantes aliados para a produção de hortaliças. O biofertilizante complementa a adubação mineral, fornecendo micronutrientes essenciais ao metabolismo, crescimento e produção das plantas. O biofertilizante também atua como defensivo natural por ser meio de

crescimento de bactérias benéficas, principalmente *Bacillus Subtilis*, que inibe o crescimento de fungos e bactérias causadores de doenças nas plantas, além de aumentar a resistência contra insetos e ácaros (SANTOS, 2018).

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do uso do digestato em diferentes concentrações no desenvolvimento de mudas de alface cultivadas em substrato comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação dotada de sombrite (50% de luminosidade) pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel, no período de 07/02/2019 à 08/03/2019. As mudas de alface foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com capacidade para 128 células. Foram utilizadas sementes peletizadas de alface (*Lactuca Sativa*) marca SAKATA, variedade Vanda (95% de germinação). O substrato utilizado para a produção das mudas foi o Mecplant® um condicionador de solo Classe “F”. De acordo com as informações do fabricante o produto é composto por cascas de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e macro nutrientes. A capacidade de retenção de água informada é de 60% em massa, a capacidade de troca catiônica (CTC) é de 200 mmol_c kg⁻¹.

Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes concentrações de digestato em fertirrigação. O digestato foi proveniente de uma Planta de Biogás localizada no Município de Boa Esperança do Iguçu – sudoeste do Paraná. Nesta Planta, para a obtenção do biogás, primeiramente a cama de frango (CF) é diluída em água (6:1, água: CF) e em seguida submetida à separação das frações sólido-líquidas. A fração sólida retida na peneira é estabilizada por meio do processo de compostagem em barracão provido de cobertura e piso em cimento. A fração líquida é destinada ao biodigestor para produção de biogás e biofertilizante (digestato). As principais características do digestato são apresentadas nas Tabelas 1 a 4.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão dos teores de sólidos totais, voláteis, fixos e de Carbono Orgânico Total do digestato utilizado para fertirrigação das mudas de alface.

SÉRIE SÓLIDOS	ST	SV	SF	COT
DIGESTATO (%)	6,12±0,17	47,67±0,30	52,33±0,30	26,48±0,17

Fonte: Aatoria Própria

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão dos teores de Alcalinidade Parcial (AP), Alcalinidade Intermediária (AI), Acidez volátil (AV), Alcalinidade Total (AT) e suas relações do digestato utilizado para fertirrigação das mudas de alface.

AP	AI	AV	AT	AI/AP	AV/AT
----	----	----	----	-------	-------

DIGESTATO (mg L ⁻¹)	7273±92,2	951±84,5	889±32,3	8225±164,6	0,13±0,011	0,11±0,002
------------------------------------	-----------	----------	----------	------------	------------	------------

Fonte: Aatoria Própria

Tabela 3. Valores médios e desvios padrão de pH e condutividade elétrica (CE) do digestato utilizado na fertirrigação das mudas de alface.

	Ph	CE (mS cm ⁻¹)
DIGESTATO	8,15±0,01	11,29±0,09

Fonte: Aatoria Própria

Tabela 4. Resultados médios da composição química do digestato utilizado.

Nº Método	Parâmetro	Resultado	Unidade Medida
FER-IT-50.054	Nitrogênio Total (N)	<0,1	(%m/m)
FER-IT-50.057	P ₂ O ₅ (Pentóxido de Fósforo) Total	0,6	(%m/m)
FER-IT-50.055	K ₂ O (Oxido de Potássio) Solúvel em água	0,2	(%m/m)
FER-IT-50.064	Cálcio (Ca) Total	0,30	(%m/m)

Fonte: Aatoria Própria

Os tratamentos derivaram da diluição do digestato e posterior aplicação em fertirrigação nas bandejas, conforme segue:

T₀: substrato comercial + água

T₁: substrato comercial + digestato (1% diluição)

T₂: substrato comercial + digestato (10% diluição)

T₃: substrato comercial + digestato (25% diluição)

T₄: substrato comercial + digestato (50% diluição)

A fertirrigação das bandejas deu-se de forma manual a cada dois dias, enquanto a aplicação de água (irrigação) ocorreu diariamente em todas as bandejas. A cada aplicação dos tratamentos utilizou-se 400 mL das soluções por bandeja.

Ao final de 30 dias, as mudas foram avaliadas com objetivo de determinar o índice de Qualidade de Mudas (IQM). Para o cálculo do índice de qualidade de mudas (IQM) foram avaliadas 10 plantas de cada tratamento e avaliados os seguintes parâmetros: comprimento de raiz (CR), altura da parte aérea (APA),

diâmetro do coleto (DC), massa seca de raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960). Os resultados foram aplicados na equação abaixo:

$$IQM = MST / (H / DC + MSPA / MSR)$$

Em que:

MST – massa seca total (MSR + MSPA) (g)

H – altura da planta (APA) (cm)

DC – diâmetro do coleto (cm)

MSPA – massa seca da parte aérea (g)

MSR – massa seca da raiz (g)

O experimento foi conduzido em delineamento experimental em faixas com cinco tratamentos e dez repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biofertilizantes tem contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM et al., 2004).

Vários fatores estão envolvidos na formação de uma muda em sistema protegido, enumerando-se como principais o substrato, o recipiente e a irrigação. Esses devem proporcionar um bom desenvolvimento da muda durante a sua permanência no viveiro, visando um bom desempenho da futura planta (LESKOVAR & STOFFELA, 1995).

Pelos valores apresentados na Tabela 5, pode-se observar o efeito do uso de biofertilizante em diferentes diluições sobre os parâmetros fitométricos das mudas de alface, bem como a análise conjunta destes parâmetros sintetizada no índice de qualidade de mudas (IQM).

Tabela 5. Valores médios e respectivos desvios padrão dos parâmetros fitométricos e do Índice de Qualidade de Mudanças das mudas de alface produzidas com uso de diferentes concentrações de digestato em fertirrigação.

TRATAMENTOS	NF	CR	APA	DC	MSR	MSPA	IQM
T ₀	4,30 ^C ±0,48	12,55±1,94	9,24 ^C ±0,77	1,67 ^{AB} ±0,21	0,028±0,006	0,084±0,018	0,013±0,003
T ₁	4,40 ^{BC} ±0,52	13,75±2,37	10,24 ^{BC} ±0,61	1,57 ^B ±0,15	0,032±0,005	0,085±0,018	0,013±0,002
T ₂	4,70 ^{ABC} ±0,48	12,25±1,46	10,72 ^B ±0,71	1,69 ^{AB} ±0,28	0,027±0,005	0,084±0,017	0,012±0,003
T ₃	5,00 ^{AB} ±0,67	13,40±2,39	9,80 ^{BC} ±0,92	1,90 ^{AB} ±0,30	0,028±0,007	0,082±0,024	0,013±0,003
T ₄	5,10 ^A ±0,57	12,75±3,48	12,69 ^A ±1,06	1,97 ^A ±0,37	0,027±0,003	0,102±0,022	0,012±0,003
CV%	11,65	18,72	7,86	15,64	21,51	23,18	36,08

NF: número de folhas; CR: comprimento de raiz (cm); APA: altura da parte aérea (cm); DC: diâmetro do coleto (cm); MSR: massa seca de raiz (g); MSPA: massa seca de parte aérea (g); IQM: índice de qualidade de mudas.
Fonte: Autoria Própria

Dentre os parâmetros fitométricos avaliados, NF, APA e DC apresentaram resposta significativa ao uso do biofertilizante.

O NF foi estatisticamente superior na diluição de 50% ($p < 0,05$) e esta foi diferente apenas das diluições 0 e 1%. O maior NF é uma característica importante, uma vez que a muda, ao ser transplantada, terá maior área foliar para realização da

fotossíntese. Neste sentido, Andriolo et al. (2003) concluíram que mudas com um NF próximo a 5 e uma massa seca da parte aérea de 0,5g/muda estão aptas a serem transplantadas. Souza et al. (2002), Medeiros et al. (2007) e Veronka et al. (2008) não observaram efeito do uso de biofertilizante no NF de mudas de alface e tomate. Entretanto, este resultado pode estar associado às diferentes concentrações e características químicas dos biofertilizantes utilizados.

A APA seguiu comportamento similar ao NF, ou seja, o tratamento T₄ (diluição de 50%) apresentou-se estatisticamente superior aos demais. A resposta positiva da utilização do digestato com a diluição de 50% está relacionada à maior disponibilidade de nutrientes às mudas, o que favorece a maior altura da parte aérea, como também observado por Medeiros et al. (2010) que avaliaram o desenvolvimento de mudas de alface em diferentes substratos alternativos.

O outro parâmetro afetado pelo uso do digestato foi o DC. De forma similar, a diluição de 50% favoreceu o aumento do DC das mudas de alface, sendo este tratamento estatisticamente superior ao T₁ ($p < 0,05$) e estatisticamente similar aos demais. Neste sentido, é importante também salientar que mudas com diâmetro de coleto superior associam-se a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e, em especial, do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas após o plantio (GRAVE et al., 2007).

Entretanto, apesar do evidente efeito do T₄, ao relacionar todos os parâmetros para o cálculo do IQM, todos os tratamentos apresentaram o mesmo resultado estatisticamente.

Este resultado permite inferir que o uso do digestato não afeta o desenvolvimento das mudas de alface no que se refere à produção de mudas fito metricamente balanceada, sendo assim, uma forma de destinação adequada para este produto.

Por outro lado, apesar de IQM iguais, as mudas que receberam o T₄ apresentaram-se maiores que aquelas em que não se utilizou o digestato (T₀). Isso pode se refletir em menor tempo de bandeja, o que pode impactar positivamente o setor de produção de mudas.

CONCLUSÃO

A partir das análises dos resultados pode-se concluir que o digestato produzido a partir da digestão anaeróbia da fração líquida da cama de frango após a separação de frações pode ser utilizado como insumo na produção de mudas de alface.

As diluições avaliadas promovem incremento nos parâmetros fitométricos envolvidos na produção de mudas de qualidade, sendo a diluição de 50% recomendada para o digestato com as características apresentadas.

REFERÊNCIAS

AIRES, A. M. **Biodigestão anaeróbia da cama de frango com ou sem separação das frações sólida e líquida**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

ANDRIOLO, J.L.; ESPINDOLA, M.C.G.; STEFANELLO, M.O. **Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 35-40, 2003.

BRAGA, A.F.; SOUSA, W.B.; MELLO, G.M.; CURTY, G.C.; CAMARA, G.R.; MORAES, W.B. **Efeito do uso de biofertilizante no desenvolvimento inicial de mudas de tomateiro**. In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. 2017.

COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C.; COSTA, M.S.S.M. **Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.18, n.2, p.150-156, 2014.

D'AVILA, L.; ORTEGA, A.; ALINO, J.H.L.; BASTOS, J.A.; EDWIGES, T. **Uso de efluentes gerado pela co-digestão anaeróbia de resíduos de restaurante universitário em conjunto com resíduos de frutas e hortaliças para a produção de mudas**. 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. The Forestry Chronicle, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

MEDEIROS, A.S.; SILVA, E.G.; LUISON, E.A.; ANDREANI JUNIOR, R.A.; KOUZSNY-ANDREANI, D.I. **Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface**. Revista Agrarian, v.3, n.10, p.261-266, 2010.

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; MARQUES, L.F. **Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos**. Horticultura Brasileira v.25, p.433-436, 2007.

PUCHALSKI, L. E. A.; KÄMPF, A. N. **Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de Hibiscus Rosasinensis L. em plugs**. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 209-215.

SAGULA, A.L. **Biodigestão anaeróbia da fração líquida da cama de frango Triturada e peneirada: efeito da diluição e do uso de reciclo**. 2017. 61f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER – Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense, 8).

SANTOS, L. G. (2018). **Biofertilizante líquido: o que é e como aplicar nas plantas?** Acesso em 16 de 12 de 2018, disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-agricultura-organica/artigos/biofertilizante-liquido-o-que-e-e-como-aplicar-nas-plantas>

SEIXAS, J; FOLLE, S. & MACHETTI, D. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa-DID. 1980. 60P. (Embrapa – CPAC. Circular Técnica, 4).

SOUZA, J.M.P.F.; LEAL, M.A; ARAÚJO, M.L. **Produção de mudas de tomateiro utilizando húmus de minhoca e cama de aviário como substrato e o biofertilizante Agrobio como adubação foliar**, Seropédica-RJ: PESAGRO RIO, 2002.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. **Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos**. Revista Ciência & Ambiente, julho/dezembro, 2004. Universidade federal de santa Maria 29º publicação.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E. O. **Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos**. Floresta, v.42, p.621-630. 2012.

VERONKA, D.A.; SILVA, J.F.; OLIVEIRA, J.H.; RODRIGUES, A.P.D.C.; LAURA, V.A.; PEDRINHO, D.R. **Uso do biofertilizante na produção de mudas da alface.** *Horticultura Brasileira*, v.26, p.S1168-S1171, 2008.

ZAMBON, F. R. A. **Nutrição mineral da alface** (*Lactuca sativa* L.). In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V. W. (eds) *Seminário de Olericultura*, 2 ed. 1982. v.2. p. 316-348.

ZHANG, J.H.; TIAN, G.M.; ZHOU, G.D.; HE, M.M.; WANG, F.; YAO, J.H. **Evaluation of organic solid wastes composts as peat substitutes for seedling production.** *Journal of Plant Nutrition*, v.36, n.11, p.1780-1794, 2013.