

**USO DO EFLUENTE DE UM BIODIGESTOR ANAERÓBIO COMO BIOFERTILIZANTE NO
CULTIVO DE TOMATE CEREJA**

WILLIANE VIEIRA MACÊDO¹, GABRYEL PONTES LIMA²,
RODRIGO MAIA VALENÇA³, GUILHERME BASTOS LYRA⁴, EDUARDO LUCENA CAVALCANTE
DE AMORIM*⁵

¹Mestranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento, USP, São Carlos - SP, willianevmacedo@gmail.com;

²Graduando em Engenharia Química, UFAL, Maceió - AL, limapgabryel@gmail.com;

³Mestrando em Engenharia Química, UFSCar, São Carlos - SP, rmaiavalenca@gmail.com;

⁴Dr. em Eng. Hidráulica e Saneamento, Prof. Adj. CTEC, UFAL, Maceió - AL, eduardo.lucena@ctec.ufal.br

⁵Dr. em Produção Vegetal, Prof. Adj. CECA, UFAL, Maceió - AL, gbastoslyra@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017

8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: Um dos maiores problemas ambientais é o lançamento inadequado de águas residuárias em áreas cultiváveis e cursos de água. Por isso, são ideais soluções sustentáveis que aproveitem efluentes tóxicos em atividades rentáveis, tais como produções agrícolas sustentáveis. Assim, este estudo comparou o uso de um fertilizante comercial NPK com o efluente de suinocultura provindo de um biodigestor anaeróbio alimentado com dejetos suínos na cultura de tomate cereja por fertirrigação em blocos casualmente organizados com 3 tratamentos e 5 repetições: biofertilizante (B), fertilizante comercial (Q) e testemunhas (T). As culturas B e Q apresentaram semelhante taxa de crescimento e produtividade muito próximas de, respectivamente, 0,76 kg/m² e 0,88 kg/m². As análises microbiológicas dos frutos os classifica como livres de patógenos e descarta a possível translocação de microrganismos presentes na água residuária, indicando a eficiência do sistema de fertirrigação utilizado. A produção com biofertilizante se mostrou viável, mais lucrativa e sustentável comparada ao uso do fertilizante industrial pela redução do uso de água de irrigação e semelhante produtividade. As quantidades de fertilizante biológico e comercial administradas mostraram-se próximas do ótimo, não intoxicando quimicamente o solo e com indicativos de alta absorção dos nutrientes pelas plantas do tratamento B.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilizante, reuso, tomate cereja.

**USE OF AN ANAEROBIC DIGESTER EFFLUENT AS BIOFERTILIZER IN CHERRY
TOMATO CULTIVATION**

ABSTRACT: One of the biggest environmental problems is the inadequate disposal of wastewaters into watercourses and landfarming. In this sense, it is important to studied sustainable and profitable applicabilities to reuse and treat toxic effluents such as using these effluents in agricultural production. In this context, this study analysed the fertilizer capability of an anaerobic biodigester effluent by comparing its use as a biofertilizer with the use of a comercial NPK fertilizer in the culture of cherry tomatoes. The experiment was conducted by fertigation in a randomized block design with 3 treatments with 5 repetitions each: biofertilizers (B), commercial NPK fertilizer (Q) and control (T). The B and Q cultures had very similar growth rate and productivity of 0,76 kg/m² and 0,88 kg/m², respectively. The microbiological analysis of fruits classifies them as pathogen free and discards the possibility of microorganisms' translocation from the wastewater, which indicates the efficiency of the fertigation system used. In this study, the use of biofertilizers was proven to be feasible, profitable and sustainable compared to the use of the commercial NPK fertilizer.

KEYWORDS: Biofertilizer, reuse, cherry tomato.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas ambientais no período atual, principalmente em países subdesenvolvidos e emergentes, é o lançamento inadequado de águas residuárias provenientes de práticas agrícolas em áreas cultiváveis e mananciais hídricos. Em escala nacional, a suinocultura é uma das maiores atividades agropecuárias tendo como consequência a produção de uma grande quantidade de resíduo. Os dejetos provenientes da produção suína são compostos de fezes, urina, restos de ração, água de lavagem e pêlos. A carga orgânica deste tem grande poder poluente de até 50 vezes maior que o esgoto doméstico (Calheiros *et al.*, 2009). Economicamente, a grande maioria dos produtores suínos não possuem condições de destinar este poluente de forma adequada ou tratá-lo. No estado de Alagoas, por exemplo, a maior parte dos criadores são de pequeno porte e em propriedades rurais que não possuem saneamento básico.

Um das tecnologias utilizadas no tratamento dos resíduos da suinocultura são os biodigestores anaeróbios. Nesse processo, os subprodutos obtidos são o gás (biogás), uma parte líquida que corresponde ao efluente mineralizado e uma parte sólida que decanta no fundo do tanque. A principal característica deste efluente é uma elevada carga orgânica e excesso de nutrientes. O fato deste efluente conter nutrientes essenciais para a nutrição das plantas, faz com que possa ser valorizado na agricultura com a finalidade de fertilizar (Gaspar, 2003). O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas mundialmente. O Brasil é o 7º maior produtor de tomate do mundo e o 9º maior consumidor (FAO, 2008). Tomateiros são plantas que exigem alta demanda de macronutrientes como o nitrogênio e fósforo durante todas as fases de desenvolvimento – da germinação à maturação do fruto. O uso do biofertilizante para práticas agrícolas vem condicionando maior lucro a pequenos empreendedores uma vez que o gasto com fertilizantes será reduzido e até eliminado, além de disseminar a ideologia de reuso e de preservação ambiental. Em adição, a depender da diluição deste resíduo, que vai variar entre unidade de produção, o uso do efluente do biodigestor pode reduzir o uso de água de irrigação.

Neste cenário, este trabalho usou o efluente de um biodigestor anaeróbio com resíduo de suinocultura como biofertilizante e comparou a eficiência de seu uso com o uso do fertilizante industrial Lique Plex Bonder® NPK 20-10-20 na produção de tomate cereja em Maceió - AL durante o período de Outubro/2015 a Janeiro/2016, verão desta região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento se deu a partir do cultivo desprotegido de tomateiros em vasos casualmente organizados com três tratamentos e cinco repetições. O primeiro tratamento (B) consistiu na aplicação do biofertilizante em proporções determinadas a partir do teor de fósforo no biofertilizante e a necessidade da cultura; o segundo tratamento (Q) consistiu na aplicação do fertilizante industrial Lique-Plex Bonder do tipo NPK; O terceiro tratamento (T) trata-se de testemunhas, alimentados apenas com água de abastecimento. A temperatura variou de 24°C a 37°C medidas através de um termômetro instalado no local. O biofertilizante foi oriundo de um biodigestor anaeróbio de modelo adaptado, com características do modelo chinês, indiano e exclusivas. Foi coletado um volume total de 150 litros de biofertilizante fresco que foram armazenados a -20°C. A caracterização físico-química do efluente foi feita em conformidade com APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998) para os parâmetros dispostos na Tabela 02.

O solo utilizado foi coletado a uma camada de 0 – 0,2m e caracterizado; A caracterização do solo está disposta nos resultados deste trabalho na Tabela 06 juntamente com a caracterização pós-plantio. A plantação foi fertirrigada por gotejamento para melhor controle sanitário. Para a determinação da quantidade de água necessária em cada estágio de desenvolvimento da planta foi calculado segundo Marouelli & Silva (2002), os parâmetros dispostos na Tabela 01.

Tabela 01 – Parâmetros para dosagem da água de irrigação.

| Período | Kc | Z cm | TR dias | LTN mm | Dias | ETc | V (litros) |
|--------------|------|------|------------|--------|----------|------|------------|
| Inicial | 0,45 | 10 | 1 | 2,16 | 1º–7º | 1,95 | 1,53 |
| Vegetativo | 0,40 | 25 | 2 | 1,95 | 8º–28º | 1,75 | 1,37 |
| Frutificação | 0,95 | 30 | 2 | 4,6 | 29º–77º | 4,15 | 3,25 |
| Maturação | 0,70 | 40 | 2 | 3,4 | 78º–110º | 3,05 | 2,4 |

Kc – Constante normal do tomateiro por período de desenvolvimento; Z – Profundidade efetiva do sistema radicular; TR – Turno de Rega; LTN – Lâmina total de água; Dias – Variando do 1º ao 110º, fim do ciclo; ETc – Evapotranspiração relativa da região; V – volume que deve ser irrigado a cada planta por turno de rega em cada fase.

Segundo Tavares *et al.* (2008), recomenda-se a aplicação de 300 – 450 kg/ha de P_2O_5 no cultivo de tomates. Foi adotado uma média de 375 kg/ha de P_2O_5 de modo que a aplicação foi fracionada por período vegetativo: 10% no período inicial, 20% no vegetativo, 50% na frutificação e 20% na maturação. As proporções foram baseadas na quantidade de fósforo presente no biofertilizante caracterizado (49 mg/L). A mesma quantidade de fósforo foi administrada na população sob tratamento com fertilizante industrial. A altura das plantas foi medida semanalmente da base da planta até o topo da panícula utilizando uma fita métrica. Para a avaliação da taxa de crescimento da cultura o modelo utilizado foi logístico, no qual foi ajustada a variável dependente altura da planta em função de dias após o plantio (DAP) (Tei *et al.*, 1996; Lyra *et al.*, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do efluente do biodigestor possibilita a análise da aplicabilidade agrícola deste resíduo como também o conhecimento das concentrações de macronutrientes. A Tabela 02 abaixo expõe estes resultados.

Tabela 02 – Caracterização físico-química e microbiológica do efluente do biodigestor utilizado como biofertilizante e da água de abastecimento.

| Parâmetro | Biofertilizante | Água de Abastecimento |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| pH | 7,84 | 6,47 |
| Fósforo (mg/L) | 49 | Não detectável |
| Nitrogênio (mg/L) | 12,7 | Não detectável |
| Cloretos (mg/L) | 532,5 | 158 |
| Sólidos Suspensos Totais (mg/L) | 684 | 0 |
| DQO (mg/L) | 5629 | Não detectável |
| Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L) | 152,2 | 40 |
| Coliformes Totais (UFC/100ml) | 2230 | 0 |
| <i>E. coli</i> (UFC/100ml) | 46000 | 0 |

Foi analisado o desenvolvimento das plantas pela medição semanal da altura de cada uma das repetições, medida a partir da superfície do solo e a parte superior da panícula da haste principal de cada planta. Não foi observada grande diferença entre a taxa de crescimento das culturas em tratamento com o biofertilizante e fertilizante industrial. Comparadas a cultura testemunha, as duas culturas fertilizadas tiveram significativo melhor desempenho. O modelo logístico apresentou ajuste estatístico significativo ($p < 0,01$) para altura de planta em função da variável independente Dias Após Plantio (DAP) para todos os tratamentos. Os coeficientes de ajustes (W_f , W_o e r), também apresentaram ajuste significativo ($p < 0,01$) (Tabela 03). O coeficiente de regressão (R^2) mostrou valores entre 0,9689 (T) e 0,9937 (B) para o ajuste dos modelos. Os elevados valores de R^2 indicaram que os modelos foram capazes de explicar a maior parte da variabilidade do crescimento do tomateiro. Enquanto que o menor erro padrão de estimativa foi observado no tratamento B ($W_f = \pm 1,28$ cm, $W_o = \pm 0,29$ cm e $r = 0,0078$ cm dia⁻¹). O modelo avaliado no presente trabalho foi ajustado e testado por Figueiredo *et al.* (2005) e Lyra *et al.* 2008. Pode-se concluir que o modelo pode ser considerado satisfatório, visto que o desenvolvimento relativo da cultura permite a extrapolação dos resultados.

Figura 01– Crescimento das plantas em relação ao tempo após emergência.

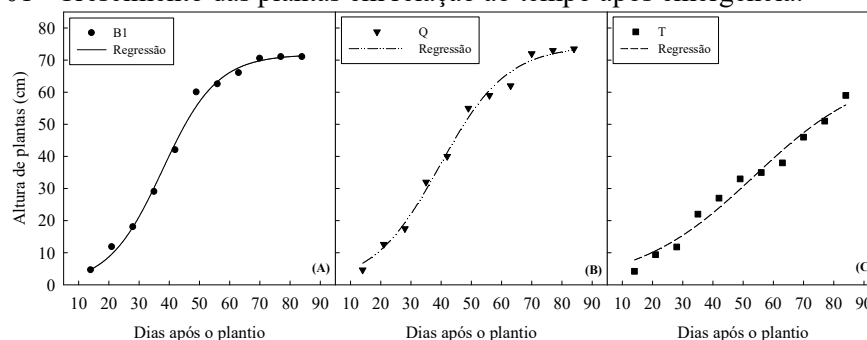


Tabela 03- Valores estimados dos parâmetros do modelo logístico (erro padrão de estimative (EPE) entre parênteses) para os tratamentos: biofertilizante “B”; fertilizante comercial Lique-Plex Bonder “Q” e Testemunha “T” tendo como variável independente dias após o plantio (DAP).

| Parâmetros | Dias após a emergência | | |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | B1 | Q | T |
| W_f | 71,74**($\pm 1,28$) | 74,45**($\pm 2,03$) | 67,74**($\pm 9,34$) |
| W_o | 1,06**($\pm 0,29$) | 2,04**($\pm 0,56$) | 3,99**($\pm 1,29$) |
| R | 0,1112**($\pm 0,0078$) | 0,0901**($\pm 0,0078$) | 0,0516**($\pm 0,0093$) |
| R^2 | 0,9937 | 0,9901 | 0,9689 |

** : significativo a 1%, ($p < 0,01$).

A Galbiatti *et al.* (2011) utilizando biofertilizante no cultivo de feijoeiro também observou influência positiva do uso do biofertilizante no crescimento da cultura e da área foliar comparado ao adubo mineral e as testemunhas. A produtividade da cultura neste trabalho foi quantificada em quilogramas por metro quadrado de área cultivada. As plantas sob tratamento testemunha tiveram apenas 17% da produtividade da cultura sob tratamento Q. A cultura sob o tratamento com biofertilizante obteve $0,76\text{kg/m}^2$ enquanto o tratamento com fertilizante comercial produziu $0,88\text{kg/m}^2$. Esta produtividade indica a eficiência do uso do biofertilizante na substituição parcial ou total de produtos industriais. Compostos naturais, como biofertilizantes, agem como condicionadores orgânicos, podendo ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas (Bulluck *et al.*, 2002). Utilizando dejetos líquidos de suínos, Leite *et al.* (2009) testou diferentes dosagens deste biofertilizante em uma plantação de cana-de-açúcar e obteve que $40\text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ foi equivalente à adubação química e que doses maiores apresentaram produtividades agrícolas ainda superiores. A fim de identificar a qualidade sanitária do fruto, foram realizadas determinações de coliformes totais e *E. coli* na água de lavagem do fruto sem higienização, na água de lavagem do fruto após serem lavados em água clorada 5%, e no suco do tecido interno do fruto. Para os três tratamentos, nenhuma colônia de coliformes foi formada quanto à análise da água de lavagem do fruto após ser lavado com água clorada e para o suco do tomate. Ou seja, o sistema de fertirrigação do efluente mostrou-se sanitariamente eficiente pela não ocorrência da translocação de microrganismos para os frutos.

A Tabela 04 dispõe dos resultados da caracterização do solo pré e pós plantio. Nota-se que o pH para Solo B reduziu significativamente comparado aos outros tratamentos (Solo Q e Solo T). Esta redução pode ser justificada pela elevação do teor de alumínio e alumínio trocável observado apenas no solo B. Para os solos Q e T, este parâmetro foi na verdade reduzido. Segundo Veloso *et al.* (1992), com o abaixamento do pH pode haver a decomposição de componentes de argila e ocasionar no aumento de alumínio trocável no solo. Como relatado na metodologia, o parâmetro de controle para a adubação dos diferentes tratamentos foi o fósforo. Observa-se que as concentrações deste macronutriente no solo pré-plantio e nos solos B e Q variaram discretamente, com um incremento de 2% e 12%, respectivamente. Ou seja, as dosagens estimadas e administradas ao longo da cultura foram muito próximas do ideal. A redução na concentração deste parâmetro para a cultura testemunha indica o consumo do fósforo já presente inicialmente no solo pré-cultivo, tornando-o distrófico e afirmando a necessidade da fertilização.

Tabela 04 – Caracterização do solo utilizado e após cada tratamento.

| Parâmetro | Solo pré-plantio | Solo B | Solo Q | Solo T |
|----------------------------------|------------------|--------|--------|--------|
| pH | 5,6 | 4,6 | 5,8 | 5,8 |
| Na (mg/dm^3) | 30 | 60 | 140 | 80 |
| P (mg/dm^3) | 49 | 50 | 55 | 28 |
| K (mg/dm^3) | 90 | 83 | 63 | 58 |
| Ca (mg/dm^3) | 3,33 | 1,05 | 2,4 | 1,9 |
| Mg (cmol/dm^3) | 0,71 | 0,53 | 1,03 | 0,86 |
| Al (mg/dm^3) | 0,12 | 0,94 | 0,12 | 0,16 |
| H + Al (mg/dm^3) | 5,78 | 7,08 | 4,21 | 5,02 |
| CTC Efetiva (mg/dm^3) | 4,52 | 2,99 | 4,36 | 3,49 |
| CTC Total (mg/dm^3) | 10,18 | 9,13 | 8,45 | 8,35 |
| MO (g/kg) | 54 | 43,2 | 34,7 | 46,5 |

CONCLUSÕES

Observou-se o mais rápido crescimento das plantas alimentadas com o biofertilizante (B) comparadas as plantas de tratamento Q e T e também sua frutificação precoce. O uso do biofertilizante apresentou adequada eficiência na produtividade de tomate cereja comparada ao uso de fertilizantes industrializados, podendo reduzir os gastos da produção, substituindo os fertilizantes químicos parcial ou totalmente. A caracterização do solo pré e pós plantio indica a boa absorção dos nutrientes pelas plantas de tratamento B. A aplicação deste efluente na agricultura de hortaliças apresentou benefícios ao meio ambiente e econômicos caracterizando assim a viabilidade do uso do biofertilizante em substituição parcial ou total ao fertilizante comercial testado.

REFERÊNCIAS

- American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th.edn. Washington, DC: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environmental Federation; 1998.
- Bulluck, L.R.; Brosius, M.G.; Evanylo, K.; Ristaino, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.
- Calheiros, R. O.; Marchi, B.; Fantin, A. C. M. Destinação sustentável de chorume de granja de suínos através do sistema de fertirrigação por gotejamento em lavoura de citrus. In: VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, São Carlos, Anais... São Carlos, 2009.
- FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Production Yearbook. Roma, 2008. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 18 de Setembro de 2015.
- Figueredo, L. G. M.; Dourado Neto, D.; Oliveira, R. F.; Manfron, P. A.; Martin, T. N. Modelo para estimativa do índice de área foliar da cultura de milho, *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.8-13, 2005.
- Galbiatti, J. A.; Silva, F. G.; Franco, F. C.; Caramelo, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral, *Engenharia Agrícola*, v. 31, n.1, p.167-177, 2011.
- Gaspar, R. M. B. L. Utilização de biodigestores em pequenas e medias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2003.
- Leite, G.F.; Cunha Neto, F.R.; Resende, A.V. Produtividade agrícola da cana-de-açúcar adubada com dejetos líquidos de suínos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.1, p.132-138, 2009.
- Lyra, G. B.; Zolnir, S.; Costa L. C.; Sedyama G. C.; Sedyama M. Modelos de crescimento para alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em sistema hidropônico sob condições de casa-de-vegetação. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, n.1, p.69-77, 2003.
- Lyra, G.B.; Souza, J.L.; Lyra, G.B.; Teodoro, I.; Moura Filho, G. Modelo de crescimento logístico e exponencial para o milho BR 106, em três épocas de plantio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.7, n.3, p.211-230, 2008.
- Marouelli, W. A., Silva, W. L. Tomateiro para Processamento Industrial: Irrigação e Fertirrigação por Gotejamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento. Dados Eletrônicos. Brasília: Embrapa Solos, 2002.
- Tavares, S. R. L. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação / Sílvio Roberto de Lucena Tavares ... [et al.]. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228p.
- Tei, F.; Scaife, A.; Aikman, D.P. Growth of lettuce, onion and red beet. 1. Growth Analysis, Light Interception, and Radiation Use Efficiency. *Annals of Botany*, London, vol. 78, n. 5, p.633-643, 1996.
- Veloso, C. A. C., Borges, A. L., Muniz, A. S., Veiga, I. A. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agrícola*, v. 49, n.1, p.123-128, 1992.