

## FORNECIMENTO DE NUTRIENTES PARA TOMATEIRO ADUBADO COM BIOFERTILIZANTES OBTIDOS POR PROCESSO FERMENTATIVO AERÓBIO E ANAERÓBIO

Vinicius Fernando Carrasco Gomes<sup>1</sup>, Alfredo Richart<sup>2</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de diferentes doses de dois biofertilizantes obtidos por meio de processos distintos de decomposição microbiológica no fornecimento de nutrientes para o tomateiro. O experimento foi conduzido em Assis Chateaubriand, Paraná, no período de abril de 2018 até junho de 2018, em casa de vegetação localizada dentro do Instituto Federal do Paraná (IFPR). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos arrançados em esquema fatorial 2 x 5, constituído por dois biofertilizantes (aeróbio e anaeróbio) e cinco doses de cada biofertilizantes aplicadas semanalmente (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), com quatro repetições. Avaliou-se a altura de planta, número de frutos por planta, peso unitário de frutos e peso total de frutos. O biofertilizante aeróbio apresentou maior disponibilização de nutrientes em solução do que o biofertilizante anaeróbio, com destaque para os níveis de cálcio, ferro e manganês. Resultados para altura de planta, número de frutos por planta e peso total de frutos por planta foram superiores nos tratamentos que receberam biofertilizante aeróbio. O biofertilizante aeróbio é um insumo de baixo custo, fácil produção e que contribuiu de forma positiva na produtividade do tomate.

Palavras chave: agroecologia, fertilizante orgânica, *Solanum lycopersicum* L., sustentabilidade.

## SUPPLY OF NUTRIENTS FOR TOMATO FERTILIZED WITH *BIOFERTILIZERS* OBTAINED BY AEROBIC AND ANAEROBIC FERMENTATION PROCESS

**ABSTRACT** – The purpose of this paper was the evaluation of capacity assessment of two biofertilizers obtained by two different ways of microbial decomposition, on the supply of nutrients on the cultivation of tomato. The experiment was conducted in Assis Chateaubriand, Paraná, during April until June of 2018, in a greenhouse placed at Instituto Federal do Paraná (IFPR). The experimental design used was randomized blocks in a factorial 2x5, with the biofertilizers (aerobic and anaerobic) and five doses of each one, applied weekly (0, 250, 500, 750 and 1000mL), with four repetitions. It was evaluated plant height, number of fruits per plant, fruit weight and total weight of fruits. The aerobic biofertilizer showed greater availability of nutrients in solution than the anaerobic biofertilizer, with emphasis on the levels of calcium, iron and manganese. Results for plant height, number of fruits per plant and total weight of fruits per plant were higher in treatments that received aerobic biofertilizer. Aerobic biofertilizer is a low-cost, easy-to-produce input that has positively contributed to tomato productivity.

Keywords: agroecology, organic fertilizer, *Solanum lycopersicum*, sustainability.

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo. Avenida da União, 500 – 85.902-532, Toledo – Paraná, Brazil. E-mail: carrascovinicius@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5630-9742>.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo. Avenida da União, 500 – 85.902-532, Toledo – Paraná, Brazil. E-mail: alfredo.richart@pucpr.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6734-3153>.



## INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das olerícolas mais difundidas e consumidas ao redor do mundo, sendo cultivado nas mais variadas latitudes geográficas do planeta. Essa cultura é apreciada por seus aspectos sensoriais e nutritivos (Ferrari et al., 2009), especialmente pela presença de altos níveis de compostos bioativos, tais como licopeno e  $\beta$ -caroteno, o que faz do tomate um alimento funcional (Upadhyaya et al., 2017).

De acordo com dados do IBGE (2020), a produção nacional de tomate em 2018 foi de 4.38 milhões de toneladas, sendo 6% deste montante foi cultivado no Paraná, o que corresponde a 262.751,15 kg, com expectativa de crescimento de 1,9 % em relação ao ano anterior. Além disso, a área cultivada em 2018 foi de 63.617,08 hectares com rendimento de 68.860,80 quilogramas por hectare.

O interesse crescente na questão nutricional envolvendo o tomate está relacionado as propriedades antioxidantes e seus benefícios à saúde. O conteúdo de compostos antioxidantes nos frutos de tomate pode proteger a saúde dos componentes das células humanas e limitar o risco de doenças degenerativas associadas ao estresse oxidativo (Hamid et al., 2010).

As grandes quantidades de fertilizantes e produtos fitossanitários utilizados durante o cultivo do tomate, combinadas com a baixa eficiência dos fertilizantes e aplicações que não seguem as recomendações técnicas fornecidas pela pesquisa científica aumentam os custos da produção agrícola e o desperdício de recursos, resultando em problemas como degradação do solo e poluição do ambiente (Shuqin & Fang, 2018).

Para se alcançar altos níveis de produtividade e, ao mesmo tempo, manter a sustentabilidade agrícola, são necessárias estratégias apropriadas, dentro das quais está a utilização de biofertilizantes (Altuhaish et al., 2014), definidos como efluentes da decomposição aeróbia ou anaeróbia de materiais orgânicos por microrganismos, podendo ser suplementado com minerais e com possível utilização em diferentes culturas. (Lacerda et al., 2010). Em sua composição podem ser encontrados macro e micronutrientes necessários para uma eficiente nutrição mineral das plantas, a depender dos materiais de origem (Viana et al., 2013). Esses biofertilizantes podem melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, criando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, de toda planta (Ghorbani et al., 2008).

Em termos monetários, os biofertilizantes são mais baratos, além de serem uma fonte renovável de

nutrientes para as culturas e complementar outras formas de fertilização (Khorso & Yousef, 2012). Possuem em sua formulação células vivas de diferentes categorias de microrganismos, que quando aplicados ao solo, superfícies foliares ou raízes passam a habitar a rizosfera ou os tecidos internos das plantas. Nos nichos que habitam, esses microrganismos estimulam a transformação de nutrientes vitais para o crescimento vegetal por meio de diversos processos biológicos, como fixação de nitrogênio ou solubilização de fosfato (Rokhzadi et al., 2008).

Em estudo realizado por Santos e Santos (2008) com diferentes culturas confirmaram que a aplicação de biofertilizantes elevou a produtividade, indução à floração, redução do número de frutos caídos, aumento da massa de folhas e maior resiliência ao ataque de insetos parasitas e fitopatógenos, reduzindo substancialmente os gastos com produtos fitossanitários.

Em decorrência da procura por novas tecnologias de produção, Santos (2008) constatou que os biofertilizantes se tornaram alternativa viável para os pequenos produtores rurais, já que são produtos de baixo custo e acessíveis às suas condições técnico-econômicas (Sediyama et al., 2014). Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de diferentes doses de dois biofertilizantes obtidos por processos distintos de decomposição microbiológica no fornecimento de nutrientes para o tomateiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo do tomate foi conduzido no município de Assis Chateaubriand, Paraná, no período de abril de 2018 até junho de 2018. O estudo foi realizado em casa de vegetação localizada dentro do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Avenida Cívica, 475 - Centro Cívico, nas seguintes coordenadas geográficas: 24°24'07.8"S 53°30'24.5"W e altitude de 450m. Com base na classificação climática de Köppen, o clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas. A média das temperaturas do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio é inferior a 18 °C (Caviglione, 2000).

O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi obtido em propriedade agrícola localizada em Iporã, Paraná, e foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, derivado da formação Arenito Caiuá e de textura arenosa (Embrapa, 2018). Previamente à instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo na camada de 0-20 cm, em seguida, a massa de solo foi submetida à



secagem ao ar, destorroada, peneirada em malha de 4 mm, homogeneizada e retirada uma amostra para avaliação da fertilidade (Lana et al., 2016). Os seguintes resultados foram obtidos: pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol  $\text{L}^{-1}$ : 4,70; P: 9,95 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; S: 4,05 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Ca, Mg, K, Al e H + Al, respectivamente, 1,34; 0,44; 0,11; 0,12 e 4,28 cmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; B: 0,22 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Cu: 1,53 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Fe: 47,33 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Mn: 52,51 mg  $\text{dm}^{-3}$  e Zn: 5,25 mg  $\text{dm}^{-3}$ . Na análise granulométrica constatou-se a presença de 912,5 g  $\text{kg}^{-1}$  de areia, 37,5 g  $\text{kg}^{-1}$  de silte e 50 g  $\text{kg}^{-1}$  de argila. Foi preciso corrigir a acidez do solo adicionando-se 8,73 g de  $\text{CaCO}_3$  p.a. e 1,51 g de  $\text{MgCO}_3$  p.a., os quais foram homogeneizados à massa de solo de cada vaso (13 litros de solo). Em seguida, os vasos foram umedecidos até 70% da capacidade máxima de retenção de água e ficaram em incubação por 60 dias.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos em esquema fatorial 2 x 5, ou seja, dois biofertilizantes (aeróbio e anaeróbio) e cinco doses aplicadas semanalmente (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por um vaso preenchido com 13 litros de solo. A casa de vegetação utilizada estava coberta com tela de sombreamento de 50%. Procedeu-se em seguida a irrigação dos vasos com uma quantidade de água equivalente a 60% do volume total de poros.

Os biofertilizantes foram produzidos dentro de caixas plásticas de poliestireno com capacidade de 1000 litros, de novembro de 2017 até abril de 2018. Foram utilizadas quatro caixas, sendo duas para o processo aeróbio e duas para o anaeróbio. Apesar da diferença no processo de mineralização dos ingredientes, o processo de preparação foi o mesmo e contou com os seguintes ingredientes: 600 L de

água não clorada, 52 kg de pó de rocha basáltica, 25 kg de cinzas de eucalipto, 28 kg de calcário calcítico, 20 kg de gesso agrícola, 46 kg de esterco bovino fresco (oriundo de criação semiconfinada de bovinos leiteiros), 6,75 kg de serapilheira e 80 L de caldo de cana (fracionados em quatro aplicações, a cada 15 dias contados da adição dos materiais orgânicos).

Os reatores de decomposição aeróbio não sofreram qualquer alteração, apenas foi adicionado sombrite em tamanho suficiente para a cobertura da tampa, servindo como impedimento à oviposição. Já os reatores do processo anaeróbio receberam uma estrutura diferenciada, que permitia a adição de caldo de cana e a mistura do decantado sem que houvesse a entrada de oxigênio no sistema e sem prejudicar a atividade fermentativa.

Um sistema de agitação foi construído na tampa dos reatores a fim de promover a mistura dos materiais, e consistiu em um rolamento fixado por meio de uma “franja” metálica e selado com silicone. No espaço vazio deste mecanismo foi adicionado um tubo de PVC de 32 mm com 1 m de comprimento, com uma conexão em “T” na parte superior, onde foram fixados dois pedaços de tubo com 20 cm cada. Na parte inferior do tubo foi construído um sistema similar ao presente na parte superior, mas com pás feitas com polietileno enrijecido e fixadas com parafusos tipo “borboleta”. Esse mecanismo permite a agitação do sistema, aumentando a área de contato dos microrganismos com os materiais minerais, potencializando a mineralização destes. Durante o tempo de atuação microbiológica foram realizadas agitações semanais da mistura. Após 90 dias da produção, foram coletadas amostras de cada biofertilizante e enviadas para análise laboratorial para verificação dos nutrientes mineralizados (Tabela 1).

Tabela 1 - Teor de nutrientes em dois biofertilizantes obtidos por ação de microrganismos

Biofertilizante	N	g $\text{L}^{-1}$			Mg	mg $\text{L}^{-1}$			
		P	K	Ca		Cu	Zn	Fe	Mn
Anaeróbio	2,65	0,12	1,10	2,10	0,45	4,00	8,00	133,00	13,00
Aeróbio	4,40	0,85	2,05	40,55	3,65	18,00	27,00	1540,00	524,00

A cultivar de tomate utilizada neste experimento foi a “Sweet Heaven”, produzida pela empresa Sakata Seeds e germinadas pela empresa “Geração Mudas” de Umuarama, Paraná. As mudas foram transplantadas em abril de 2018, quando as plantas estavam com três pares de folhas definitivas. A condução das plantas deu-se em haste única com tutoramento por fitilhos, de acordo com metodologia desenvolvida pela Embrapa (2005). Por

isso, semanalmente foram realizadas desbrotas dos ramos laterais. A instalação dos tutores ocorreu em meio de 2018, após o completo pegamento das mudas e adaptação ao ambiente de cultivo.

O controle de insetos foi realizado de modo preventivo, mediante aplicações semanais de óleo de neem (*Azadirachta indica*), na diluição de 5 mL  $\text{L}^{-1}$  de água (Referência??), e uso de pulverizador manual. Após

diluição prévia dos biofertilizantes dentro dos parâmetros pré-definidos, foi aplicado semanalmente um litro de cada mistura em cada unidade experimental. A aplicação foi realizada em recipiente graduado evertendo o conteúdo sobre o solo.

A altura das plantas foi mensurada mediante utilização de trena, medindo a base da planta até o meristema apical, enquanto o número de frutos foi obtido mediante contagem simples de todos os frutos aparentes, que após colhidos foram pesados em balança de precisão analítica.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados referentes ao efeito das doses dos biofertilizantes foram submetidos a análise de regressão polinomial a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição dos dois biofertilizantes estudados mostram elevada disparidade entre os teores de nutrientes disponibilizados, com destaque para os teores de cálcio, ferro e manganês (Tabela 1). Uma das possíveis causas para estas diferenças pode estar vinculada aos inoculantes que foram utilizados (esterco bovino e serapilheira). O esterco foi coletado em uma lagoa

de recebimento deste material, em um ambiente aberto e com a presença de oxigênio. Situação análoga aconteceu com a serapilheira, coletada imediatamente acima do solo da mata.

Elevados teores de alguns nutrientes no biofertilizante aeróbio estar atrelado a microrganismos do esterco bovino e da serrapilheira que sobreviveram e puderam se desenvolver de maneira otimizada nos reatores com presença de oxigênio. Ainda que o biofertilizante anaeróbico tenha disponibilizado boas quantidades de macro e micronutrientes, é notável a superioridade do produto que sofreu atuação de microrganismos em presença de oxigênio. O resultado laboratorial de composição química difere daquele obtido por Lemes et al. (2016) quando produziram um biofertilizante anaeróbico apenas com esterco bovino fresco.

Resultados das avaliações biométricas do tomateiro mostraram que a aplicação do biofertilizante aeróbio aumentou a altura das plantas (ALP, 83,55 cm) em relação ao biofertilizante anaeróbico (70,7 cm), como apresentado na Tabela 2. Estas diferenças entre os biofertilizantes podem estar relacionadas com o maior teor de N no biofertilizante aeróbio (Tabela 1), pois o N é um dos elementos mais requeridos pela planta de tomate, em especial durante a fase vegetativa. Esse elemento participa ativamente da produção de proteínas, essenciais para a formação de novas células nos meristemas, além de ácidos nucleicos que formam DNA e RNA (Cervantes, 2015).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de frutos por planta (NFP), peso unitário de frutos (PUF) e peso total de frutos (PTF) de tomate submetidos a adubações com biofertilizantes aeróbio e anaeróbico

Fontes de variação	G. L.	Q.M.			
		AP	NFP	PUF	PTF
Bloco	3	48,69 <sup>NS</sup>	2,95 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>	1200,07 <sup>**</sup>
Biofertilizante (B)	1	1651,23 <sup>**</sup>	164,02 <sup>**</sup>	1,22 <sup>NS</sup>	2624,88 <sup>**</sup>
Dose (D)	4	714,13 <sup>**</sup>	98,78 <sup>**</sup>	0,96 <sup>NS</sup>	629,20 <sup>NS</sup>
B x D	4	32,35 <sup>NS</sup>	12,46 <sup>**</sup>	0,88 <sup>NS</sup>	422,42 <sup>NS</sup>
Erro	27	81,75	3,03	0,57	404,52
C.V. (%)		11,72	15,58	10,12	37,27
Biofertilizante		— cm —		— g —	— g —
Aeróbio		83,55 a	13,20 a	7,29 a	62,07 a
Anaeróbico		70,70 b	9,15 b	7,64 a	45,87 b

<sup>NS</sup>, \* e \*\*, respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.



Com base na análise nutricional dos biofertilizantes, o produto aeróbio demonstrou maior presença de nitrogênio em solução, fator que possivelmente influenciou o maior crescimento das plantas tratadas com

este biofertilizante, como mostra a Tabela 3 e a Figura 1, com ponto de máxima de 692 mL semana<sup>-1</sup>, atingindo altura de planta de 92,74 cm.

Tabela 3 - Médias de altura de plantas (AP), número de frutos por planta (NFP), peso unitário de frutos (PUF) e peso total de frutos (PTF) de tomate submetido a adubações com diferentes doses dos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio

Dose (mL)	AP		NFP		PUF		PTF	
	A	AN	A	AN	A	AN	A	AN
	— cm —				— g —			
0	65,5 a	56,8 a	7,75 a	5,00 b	7,87 a	7,97 a	38,85 a	39,07 a
250	81,8 a	70,3 a	10,75 a	7,75 b	7,85 a	7,51 a	70,14 a	54,97 a
500	92,8 a	73,3 b	12,75 a	10,00 b	7,49 a	7,38 a	64,86 a	45,65 a
750	89,5 a	78,0 a	15,25 a	12,00 b	7,73 a	6,67 a	60,08 a	51,83 a
1000	88,3 a	75,3 a	19,50 a	11,00 b	7,60 a	6,55 a	76,42 a	37,82 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

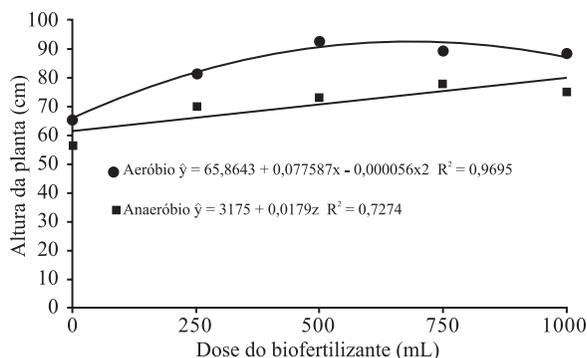


Figura 1 - Resultados para o efeito das doses de biofertilizante para os parâmetros altura de plantas tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

No entanto, os biofertilizantes foram adicionados semanalmente, com grande carga de microrganismos. Após completarem seu ciclo de vida, se decompõem e fornecem substâncias intermediárias que podem ser absorvidas pelas plantas, aumentando assim seu crescimento. Em estudo conduzido por Primavesi (2002) verificou que a decomposição da matéria orgânica traz possibilidade de vida aos microrganismos de vida livre, especialmente aqueles fixadores de nitrogênio que produzem substâncias de crescimento, tais como triptofano e ácido indolacético (AIA), que possuem efeito muito positivo sobre o desenvolvimento vegetal.

Sabe-se que a produtividade das plantas é dependente de uma adubação com presença de nutrientes minerais e aumenta linearmente com a quantidade de íons absorvidos pelo sistema radicular (Taiz & Zeiger, 2017). Resultados obtidos por Lowenfels & Lewis (2017) afirmam que a presença de colonização microbológica na superfície das raízes é um fator que contribui largamente para o desenvolvimento vegetal, já que essa simbiose oferece às plantas variados compostos nutritivos, além de proteção contra o ataque de patógenos, seja pela competição entre as diferentes cepas de organismos, seja pela produção de antibióticos e fungicidas naturais.

Para o número de frutos por planta (NFP), foram colhidos aqueles que estavam visíveis nas plantas no momento da avaliação. Como resultado, o NFP foi maior no tratamento com biofertilizante aeróbio (13,2) (Tabela 2), com elevados valores na dose de 1000 mL (Tabela 3 e Figura 2). A presença de comunidades microbianas benéficas na rizosfera contribui de forma significativa para a produção de flores e frutos (Lowenfels, 2017). Durante a frutificação, o tomate exige maiores doses de K, N e Ca (Félix et al., 2015).

Nesse sentido, foram encontradas concentrações satisfatórias de K, N e Ca, respectivamente, 2,05; 4,40 e 40,55 g L<sup>-1</sup> com aplicação do biofertilizante aeróbio, suprimindo as necessidades nutricionais do tomateiro. Resultados semelhantes foram observados por Zia-Ul-Hassan et al. (2016), verificaram que o tomateiro deve ter um estoque adequado de K, particularmente durante o

estágio de desenvolvimento de frutos e maturação e que a concentração deste nutriente nas plantas tem relação direta com atributos de qualidade dos frutos.

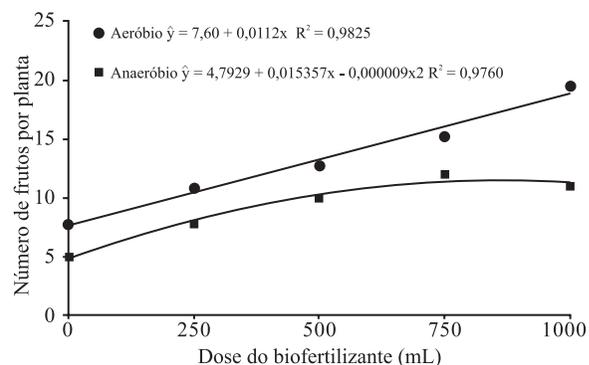


Figura 2 - Resultados para o efeito das doses de biofertilizante para número de frutos por planta tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

Em trabalho sobre diferentes tipos de fertilizantes, Richart et al. (2015) constataram que para ocorrer a liberação de nutrientes da matéria orgânica, faz-se necessário o processo de mineralização ou humificação, que depende de uma série de fatores, dentre os quais destacam-se oxigênio, relação C/N, concentração de carbono orgânico, pH e demanda bioquímica de oxigênio. No entanto, quando se utiliza biofertilizantes esse intervalo de tempo entre a adubação e a mineralização tende a ser menor, tendo em vista a atuação prévia dos decompositores, durante a preparação do produto (Santos & Santos, 2008).

Interessante mencionar o comportamento diferenciado dos biofertilizantes avaliados, no que diz respeito ao modelo estatístico gerado (Figura 1 e 2). Pode-se notar que o biofertilizante aeróbio adequou-se melhor ao modelo linear ( $R^2 = 0,9825$ ), sendo que o maior valor para NFP foi obtido com a maior dose. Por outro lado, o biofertilizante anaeróbio ajustou-se a um modelo polinomial quadrático ( $R^2 = 0,9760$ ), com ponto de máxima para dose de 853 mL semana<sup>-1</sup>, proporcionando um NFP de com média de 11,3 frutos por planta na décima terceira semana de condução do experimento.

Com relação ao peso unitário de frutos (PUF), não ocorreram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os biofertilizantes avaliadas (Tabela 2), com pesos entre 7,29 e 7,64 g fruto<sup>-1</sup> para biofertilizante aeróbio e anaeróbio, respectivamente (Tabela 2). Analisando as médias produtivas expressas na Tabela 3, observa-se que as plantas

que receberam o biofertilizante aeróbio apresentaram maior carga de frutos. Importante destacar que esses valores foram todos inferiores ao informado pelo produtor das sementes da variedade utilizada neste experimento, cuja média é de 15 g fruto<sup>-1</sup>. Ainda que os biofertilizantes utilizados sejam produtos com bons níveis de nutrientes em solução, estes não possuem a quantidade necessária para sustentar uma grande carga de frutos com o máximo do potencial produtivo.

Importante destacar um mecanismo fisiológico que desempenha papel fundamental no processo metabólico, que é a relação fonte-dreno. A translocação de carboidratos, como a sacarose e outros nutrientes da fonte para os drenos é fator determinando para o desenvolvimento da planta (Osorio et al., 2014). Vale ressaltar que a planta regula estritamente a produção de fotoassimilados e as respostas da relação fonte-dreno de acordo com variações ambientais, tais como luminosidade, disponibilidade de água e nutrientes, incidência de insetos e doenças (Lemoine et al., 2013). Todavia, o efeito das doses foi significativo ( $p < 0,05$ ) apenas para o biofertilizante aeróbio, com os dados ajustando-se ao modelo linear, ou seja, com o aumento das doses para o biofertilizante aeróbio ocorreu redução do PUF (Figura 3).

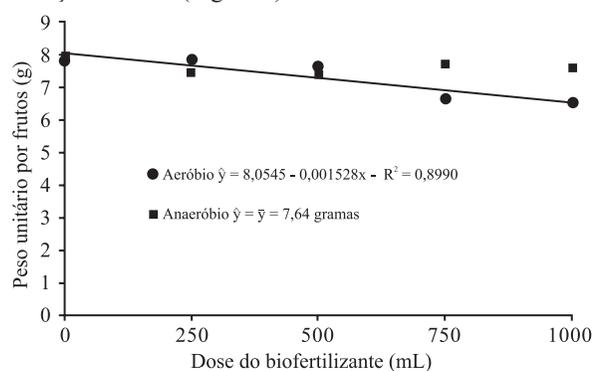


Figura 3 - Resultados para o efeito das doses de biofertilizante para peso unitário de frutos e peso total de frutos tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

Como este experimento foi conduzido em casa de vegetação e as plantas estavam todas nas mesmas condições edafoclimáticas e não foi constatada a influência de insetos ou patógenos durante o ciclo da cultura, possivelmente estas reduções no PUF podem ser atribuídas a concentração de nutrientes em cada um dos biofertilizantes testados, além da influência da comunidade microbiana adaptada às condições de presença de oxigênio.



Quanto ao peso total de frutos (PTF), ocorreram diferenças significativas entre os biofertilizantes, com pesos variando entre os biofertilizantes anaeróbio e aeróbio (45,87 e 62,07 g planta<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 2). A dose que proporcionou os maiores PTF foi aplicação de 1000 mL semana<sup>-1</sup> de biofertilizante, com pesos de 76,42 e 37,82 g planta<sup>-1</sup>, para os biofertilizantes aeróbio e anaeróbio, respectivamente (Tabela 3). Na Figura 4, pode-se observar novamente um comportamento linear para PTF, mas ao contrário do PUF houve aumento com a maior concentração do biofertilizante aeróbio (Figura 3).

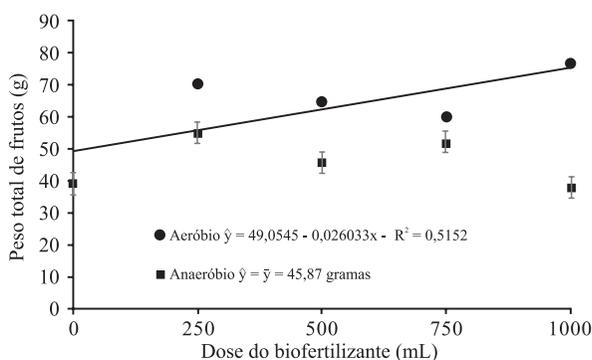


Figura 4 - Resultados para o efeito das doses de biofertilizante para peso total de frutos tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

## CONCLUSÕES

O biofertilizante aeróbio foi superior ao anaeróbio na disponibilização de nutrientes em solução, com destaque para os níveis de cálcio, ferro e manganês.

O biofertilizante aeróbio foi superior ao anaeróbio para altura de planta, número de frutos por planta e produção total de frutos por planta.

O biofertilizante aeróbio, quando aplicado na diluição de 1000 mL por semana, proporcionou os maiores valores para número de frutos por planta e peso total de frutos.

O biofertilizante aeróbio é um insumo de baixo custo, de fácil produção e que contribui de forma positiva na produtividade do tomate.

## LITERATURA CITADA

ALTUHAISH, A.; ALTUHAISH, A.; TJAHOJEKSONO, A. Biofertilizer effects in combination with different drying

system and storage period on growth and production of tomato plant under field conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v.26, n.8, p.716-722, 2014. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i8.17178>

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. *Cartas climáticas do Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000.

CERVANTES, J. *The Cannabis Encyclopedia*. Van Patten Publishing: USA. 2015. 594 p.

COPELAND, B.R.; TAYLOR, M.S. Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*, v.42, n.1, p.7-71, 2004. DOI: 10.1257/002205104773558047

FÉLIX, A.C.A.; SILVA, F.A.C.; GUEDES, I.M.R.; LIMA, C.E.P.; SILVA, J. Acúmulo e exportação de nutrientes pelo tomateiro BRS Nagai. *XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Natal/RN. 2015.

FERRARI, A.A.; FERNANDES, E.D.N.; TAGLIAFERRO, F.S.; BACCHI, M.A.; MARTINS, T.C.G. Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, v.278, n.2, p.399-402, 2009. <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i4.4932>

GHORBANI, R.; KOOCHEKI, A.; JAHAN, M.; ASADI, G.A. Impact of organic amendments and compost extracts on tomato production and storability in agroecological system. *Agronomy for Sustainable Development*, v.28, p.307-311, 2008. <https://doi.org/10.1051/agro:2008003>

HAMID, A.A.; AIYELAAGBE, O.O.; USMAN, L.A.; AMEEN, O.M.; LAWAL, A. Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, v.4, p.142-151, 2010. DOI: 10.4236/abb.2015.64031

IBGE, *Levantamento Sistemática da Produção Agrícola*. Available at <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_media/ibge/arquivos/62ff13bdd3554efec8535a90712651b9.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_media/ibge/arquivos/62ff13bdd3554efec8535a90712651b9.pdf)>. Acesso em 2020.

KHORSO, M.; YOUSEF, S. Bacterial biofertilizer for sustainable crop production: A review. *ARP Journal of Agricultural and Biological Science*, v.7, n.5, p.307-316, 2012.

LACERDA, C.F. et al. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Eds.). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, 2010. v.1, cap.17, p.303-317, 2010.

- LEMES, R.L.; SOARES FILHO, C.V.; GARCIA NETO, M.; HEINRICH, R. Biofertilizer in the nutritional quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.37, n.3, p.1441-1450, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n3p1441
- LEMOINE, R. et al. Source-to-sink transport of sugar and regulation by environmental factors. *Frontiers. Plant Science*, v.4, p.272, 2013. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00272>
- LOWENFELS, J. *Teaming with nutrients: The organic gardener's guide to Optimizing Plant Nutrition*. Timber Press, USA, 2017. 220p.
- LOWENFELS, J.; LEWIS, W. *Teaming with microbes: The organic gardener's guide to the Soil Food Web*. Revised Edition. Timber Press, USA, 2017. 220p.
- MELO, V.F.; UCHÔA, S.C.; DIAS, F.O.; BARBOSA, G.F. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. *Acta Amazonica*, v.42, n.4, p.471-476, 2012.
- OSORIO, S.; RUAN, Y.L.; FERNIE, A.R. An update on source-to-sink carbon partitioning in tomato. *Frontiers. Plant Science*, v.5, p.1-11, 2014. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00516>
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002. 552p.
- RICHART, A.; LANNER, C.; DELAZARI, G.; BRESSAN, M.C.; NETO, P.B.; Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais em manejo de adubação em culturas. In: VIECELLI, C.A.; MULLER, A.L.; TRATCH, R.; GONÇALVES, A.C. *Manejo de Adubação em Culturas*. Cascavel: ASSOESTE, 2015. 187p.
- ROKHZADI, A.; ASGHARZADEH, A.; DARVISH, F.; NOUR-MOHAMMADI, G.; MAJIDI, E. Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, v.3, n.2, p.253-257, 2008.
- SANTOS, J.F. *Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizantes*. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB, 2008.
- SANTOS, J.G.R.; SANTOS, E.C.X.R. *Adubos orgânicos e defensivos naturais. Agricultura orgânica: teoria e prática*. Campina Grande: EDUEP, 2008. Cap.3, p.57-84.
- SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R.; VIDIGAL, S.M.; PINTO, C.O.; JACOB, L.L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.6, p.588-594, 2014.
- SHUQIN, J.; FANG, Z. Zero Growth of Chemical Fertilizer and Pesticide Use: China's Objectives, Progress and Challenges. *Journal of Resources and Ecology*, v.9, n.1, p.50-58, 2018. DOI: 10.5814/j.issn.1674-764x.2018.01.006
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p.858, 2017.
- UPADHYAYA, P.; TYAGI, K.; SARMA, S.; TAMBOLI, V.; SREELAKSHMI, Y.; SHARMA R. Natural variation in folate levels among tomato (*Solanum lycopersicum*) accessions. *Food Chemistry*, v.217, p.610-619, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.09.031.
- VIANA, T.V.A. et al. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.4, p.595-601, 2013. DOI:10.5039/agraria.v8i4a3260
- ZIA-UI-HASSAN, K.A.; KUBAR, M.A.; CHHAJRO, M.N.; KANDHRO, G.M.; JAMRO, K.H.; TALPUR, N. Response of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at Varying Levels of Soil Applied Potassium. *Journal of Basic & Applied Sciences*, v.12, 2016.

Recebido para publicação em 11/06/2020, aprovado em 08/07/2021 e publicado em 30/07/2021.

