



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCA – CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – Campus Araras
Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroecologia



Rod. Anhanguera, km 174 – CP: 153 – Araras – SP – CEP: 13600-970 – Telefone: (19) 3543-2610 – E-mail: agea@ufscar.br

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

USO DE BIOFERTILIZANTES À BASE DE ESTERCO BOVINO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATE

ORIENTADOR: PROF. Dr. VICTOR A. FORTI

CAETANO PINTO COELHO GAMBARINI - 485012

ARARAS – 2022

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Luciano e Luciana,
às minhas irmãs Alana e Gabriela,
ao meu tio Bráulio, e toda minha família,
agradeço pelo amor e dedicação,
pelo apoio incondicional e incentivo, em meu caminho.

Ao meu orientador Dr. Victor,
agradeço pela confiança em meu trabalho,
pelos conhecimentos transmitidos, pela motivação e,
sobretudo, pela amizade.

À República Trem Q' Pula,
e a todos os grandes amigos,
agradeço pela intensidade e pelas trocas,
pelo acolhimento, e pela família que criamos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
-Produção de Tomate no Brasil.....	7
-Cultivo Orgânico.....	8
-Manejo de Doenças e Patógenos no Cultivo Orgânico.....	9
-Esterco Bovino e Biofertilizantes Líquidos.....	10
-Enriquecimento do biofertilizante.....	13
OBJETIVO.....	15
MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	23

RESUMO

O tomate é uma das hortaliças de maior consumo global e de elevada importância para a economia brasileira. O desenvolvimento de mudas saudáveis e bem nutridas é uma etapa fundamental para o sucesso da produção e o uso de biofertilizantes naturais pode ser uma boa alternativa para suprir as necessidades iniciais da cultura. O experimento teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes formulações de biofertilizantes orgânicos à base de esterco bovino no desenvolvimento de mudas de tomate. Para isso, preparou-se 3 formulações de biofertilizante, um básico sem acréscimos (1), e dois enriquecidos, sendo um com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo (2) e o outro com farinha de chifres e cascos, alga lithothamnium, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, fosfato natural reativo e bórax pentahidratado (3). Cada um dos biofertilizantes foi avaliado nas concentrações de 10% e 20%. Além disso, adicionou-se um tratamento sem adubação, irrigado apenas com água como controle. Durante o desenvolvimento das mudas foram realizadas 4 avaliações, aos 40, 50, 60 e 70 dias após semeadura (DAS), computando-se à altura total, diâmetro de caule e número de folhas das mudas. Aos 70 DAS, as mudas foram avaliadas quanto a massa de matéria fresca e seca. A formulação 2 na concentração de 20% apresentou os melhores resultados de altura média de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e a maior massa de matéria fresca e seca aos 70 DAS.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L, biofertilizante de esterco bovino, biofertilizante enriquecido

ABSTRACT

Tomatoes are one of the most consumed vegetables globally and of great importance to the Brazilian economy. The development of healthy and well-nourished seedlings is a fundamental step for the success of production and the use of natural biofertilizers can be a good alternative to reach the initial needs of the culture. The experiment aimed to evaluate the effect of different formulations of organic biofertilizers based on bovine manure on the development of tomato seedlings. For this, 3 biofertilizer formulations were prepared, a basic one without additions (1), and two enriched ones, one with horn and hooves flour, potassium sulfate and reactive natural phosphate (2) and the other with horn flour and hulls, lithotanium algae, potassium sulfate, magnesium sulfate, reactive rock phosphate and borax pentahydrate (3). Each of the biofertilizers was evaluated at concentrations of 10% and 20%. In addition, a treatment without fertilization was added, irrigated only with water as a control. During the seedling development, 4 evaluations were carried out, at 40, 50, 60 and 70 days after sowing (DAS), computing the total height, stem diameter and number of leaves of the seedlings. At 70 DAS, the seedlings were evaluated for fresh and dry matter. Formulation 2 at a concentration of 20% showed the best results for average plant height, stem diameter, number of leaves and the highest fresh and dry matter at 70 DAS.

KEY WORDS: *Solanum lycopersicum* L, cattle manure biofertilizer, enriched biofertilizer

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior consumo global e de elevada importância para a economia brasileira. A FAO registra a produção de tomate no ano de 2016 em 175 países, totalizando uma produção de mais de 177 milhões de toneladas e uma área cultivada de aproximadamente 4,8 milhões de hectares. Segundo dados do IBGE, o Brasil somou no ano de 2017, 61,6 mil há de área produzida, totalizando uma produção de 4,2 milhões de toneladas de tomate (RUBIN, 2019).

Durante a formação do tomateiro, deve-se atentar a nutrição vegetal, pois plantas em mal estado de nutrição são muito propensas à manifestação de doenças e ao ataque de pragas (CHABOUSSOU, 1987). Entretanto, estes problemas são menos evidentes em condições de solo com altos teores de matéria orgânica (PRIMAVESI, 1986; LUZ, 2007).

A adubação com fertilizantes orgânicos, como o esterco bovino, fornece micro e macronutrientes, além de matéria orgânica e inóculos de microrganismos benéficos. Este mesmo insumo pode ser utilizado para compor produtos mais elaborados, como é o caso dos biofertilizantes líquidos.

De acordo com a instrução normativa publicada em 8 de julho de 2020, define-se biofertilizante como o produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante.

De forma geral, estes insumos apresentam baixo custo de produção e apresentam uma composição microbiológica estável e com alta importância para as dinâmicas dos nutrientes minerais no solo (MEDEIROS, 2006).

Pesquisas com insumos para sistemas de cultivo orgânico são importantes para mensurar os potenciais de aplicação e também limitações, parâmetros que auxiliam na tomada de decisões. Entre os parâmetros possíveis de se estudar, a resposta das culturas a diferentes formulações de biofertilizantes apresenta alta relevância, em especial para a cultura do tomate.

Aliado à esta proposta é imprescindível que haja uma análise prévia da resposta das mudas cultivadas de tomateiro com a adição de biofertilizantes líquidos, já que esta é uma etapa sensível do cultivo do tomateiro, com grande impacto em todo o ciclo subsequente da cultura, e também um gargalo para a produção orgânica de tomates.

É sabido que as mudas podem ser feitas tanto em solo orgânico nutritivo quanto em substrato inerte, ainda assim existe uma dificuldade de se aplicar fertilizantes orgânicos em sistemas de fertirrigação ou mesmo na forma sólida sobre o substrato das mudas de tamanho reduzido. O uso de biofertilizantes líquidos podem ser uma boa alternativa nutritiva ao mesmo tempo em que colaboram para o controle de doenças, visto que a sanidade no estágio de desenvolvimento das mudas é chave para o sucesso após o transplântio (NASCIMENTO, 2016).

Considerando o potencial do biofertilizante para auxiliar na nutrição vegetal e na tolerância a doenças de relevância para a cultura, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes formulações de biofertilizantes orgânicos à base de esterco bovino no desenvolvimento de mudas de tomate.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Produção de Tomate no Brasil

O tomate pertencente à família Solanaceae, tem seu centro de origem estimado no Centro Americano, há cerca de 4000 a 9000 anos antes de cristo, a civilização Inca é provavelmente a primeira sociedade que cultivava esta hortaliça, o cultivo era feito em sistemas consorciados irrigados nas montanhas andinas, de clima semiárido e frio de altitude (MAZOYER, 2010).

Atualmente, esta é uma das hortaliças de maior consumo global e de elevada importância para a economia brasileira. A FAO registra a produção de tomate no ano de 2016 em 175 países, totalizando uma produção de mais de 177 milhões de toneladas e uma área cultivada de aproximadamente 4,8 milhões de hectares. Segundo dados do IBGE, o Brasil somou no ano de 2017, 61,6 mil há de área produzida, totalizando uma produção de 4,2 milhões de toneladas de tomate. (RUBIN, 2019)

Pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas – ABCSEM, (2011), revela que o tomate lidera em crescimento e lucratividade no setor de hortaliças, com produção total de 3,115 milhões de toneladas, sendo a segunda espécie de hortaliça de maior volume de produção, movimentando anualmente R\$ 2,614.3 bilhões (cerca de 16% do PIB gerados pela produção de hortaliças no Brasil), cujo valor de produção para o produtor é de R\$ 2,759 bilhões, sendo considerado, na atividade rural é um dos mais importantes geradores de emprego (MOREIRA, 2012)

Ainda de acordo com a ABCSEM (2011), a produção de tomate de mesa representa cerca de 70% do total, sendo os 30% restantes para o processamento. Afirma que um dos principais fatores para a expansão do cultivo do tomate é o crescimento do consumo, notando que entre 1985 e 2005, a demanda mundial per capita de tomate cresceu cerca de 36%, enquanto no Brasil, registrou-se um incremento de 35%, nos últimos 10 anos, sendo o atual consumo per capita do tomate, de cerca de 18 kg ao ano. (MOREIRA, 2012)

Cultivo Orgânico

As plantas estão em constante interação com o ambiente, principalmente com relação ao solo, um ambiente amplo e complexo onde habitam diversas populações microbianas. Os solos que apresentam maiores concentrações de matéria orgânica também apresentam maior diversidade de microrganismos, principalmente bactérias, actinomicetos, fungos e algas, cuja atividade está fortemente relacionada com a fertilidade e estabilidade dos recursos edáficos (CHÁVES, 2020).

A qualidade do solo está relacionada à teoria da trofobiose, estabelecida pioneiramente por Francis Chaboussou, que postula que plantas mal nutridas são muito propensas ao ataque de patógenos e pragas, constituindo uma das bases para a produção orgânica no Brasil (CHABOUSSOU, 1987). Para que seja mantido um estado de equilíbrio no solo é necessário que haja boa agregação e porosidade, cujo teor satisfatório de matéria orgânica é o principal elemento para sua formação e manutenção (PRIMAVESI, 1986).

A independência do uso de agrotóxicos é base para a agricultura sustentável, cujo conceito atrela o manejo racional de recursos naturais com a satisfação das necessidades humanas. A consolidação deste conceito em sistemas agrícolas no Brasil se deu por meio das certificações de produtos orgânicos, e os sistemas de cultivo orgânico de tomate, além de apresentarem menor impacto ambiental, geram produtos sem resíduos de agrotóxicos e com alguns parâmetros nutricionais superiores àqueles produzidos em sistemas denominados convencionais (BORGUINI, 2006).

Borguini (2006) utilizou frutos de tomate convencionais e orgânicos, avaliando físico-quimicamente quanto à atividade de água, sólidos solúveis totais, umidade, pH, cor, teor de ácido ascórbico, de fenólicos totais e de licopeno. O autor afirma que devido ao limitado tamanho da amostra, nenhuma generalização pode ser estabelecida em relação ao tipo de cultivo e o valor nutricional dos tomates. No entanto, a partir dos resultados dos lotes de tomate avaliados, para a maioria dos parâmetros adotados, pode-se observar superioridade para o tomate orgânico em relação ao convencional.

Pela legislação brasileira, considera-se produto orgânico, seja ele in natura ou processado, aquele que é obtido em um sistema orgânico de produção agropecuária oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local. Para serem comercializados, os produtos orgânicos deverão ser certificados por organismos credenciados no Ministério da Agricultura, sendo dispensados da certificação somente aqueles produzidos por agricultores familiares que fazem parte de organizações de

controle social cadastradas no MAPA, que comercializam exclusivamente em venda direta aos consumidores.

A produção de mudas de hortaliças é uma etapa produtiva determinante no sucesso do sistema de cultivo como um todo, sendo responsável pela redução do ciclo de cultivo em campo, pelo estande de plantas satisfatório, gerando uniformidade no campo e incremento da produtividade, com redução dos custos. Os cuidados no viveiro de produção de mudas devem ser rigorosos para que se obtenha o melhor resultado possível e assim, sucesso no cultivo. Fatores de produção como umidade relativa do ar, fitossanidade, controle entomológico para vetores e pragas, intensidade da radiação solar, manejo da irrigação, substratos, nutrição e tratos culturais constituem o sucesso da atividade. (NASCIMENTO, 2016).

Manejo de Doenças e Patógenos no Cultivo Orgânico

Em sistemas de cultivo hortícola orgânico, o emprego de produtos caseiros pouco agressivos ao meio ambiente é frequente (LUZ, 2007). Como por exemplo, a aplicação do leite cru ou de seus derivados fermentados e soro em plantas promove o desenvolvimento de uma rica e biodiversa população microbiana, inclusive *Bacillus subtilis*, *Aureobasidium pullulans* e *Trichoderma harzianum*, microrganismos antagonistas, com eficiente desempenho antifúngico (BETTIOL, 2004).

O uso desse recurso é muito estudado para o controle do agente causal do oídio das cucurbitáceas *Podosphaera fusca*, antigo *Sphaerotheca fuliginea*, esta é uma doença de caráter extremamente prejudicial para a produtividade de abobrinha e pepino, além de muitas outras culturas (PEI, 2021).

Este exemplo pode ser aplicado para outros produtos, visto que a maioria dos microrganismos benéficos são naturalmente presentes no solo, sendo que outras formulações e formas de aplicação podem apresentar potencial semelhante para o estabelecimento de uma comunidade microbiana saudável. Em tomateiro, um dos microrganismos fundamentais, *B. subtilis*, é comprovadamente eficaz na redução da reprodução de fitonematoides *Meloidogyne spp.* através da microbiolização de sementes, processo de certo modo análogo à embebição do substrato de cultivo de mudas (ARAÚJO, 2018).

A sensibilidade do tomateiro a doenças fúngicas é alta, até mesmo em cultivos protegidos, os quais visam reduzir a necessidade de pulverização de antifúngicos cúpricos

protetores devido à redução do período de molhamento foliar (LUZ, 2007; FONTES, 2004).

Os biofertilizantes tem tido comprovação científica para controle de muitos problemas em culturas agrícolas, principalmente fungos e bactérias patogênicos. A indução de resistência em plantas, aliado à sua ação antibiótica são seus principais mecanismos de funcionamento (MEDEIROS, 2006).

Além disso, os biofertilizantes podem trazer benefícios ao manejo de pragas, pelo efeito sinérgico da microbiota com o fungo *Beauveria bassiana* e com a bactéria *Bacillus thuringiensis*, espécies muito utilizadas comercialmente para controle de insetos praga (MEDEIROS, 2006).

O uso de biofertilizantes foi relatado promovendo redução da fecundidade, período de oviposição e longevidade de fêmeas do ácaro-da-leprose dos citros (*Brevipalpus phoenicis*), além de obstruir o sistema digestivo de adultos devido à uma mucilagem coloidal estabelecida após a pulverização foliar, levando à morte dos ácaros (MEDEIROS, 2006). Cabe salientar que estes são efeitos gerais de biofertilizantes de diversas formulações e formas de aplicação, portanto, cada caso merece uma análise minuciosa para maior efetividade no objetivo almejado ao adotar-se este tipo de produto no manejo agrícola.

O *damping off*, desencadeado por um complexo de fungos de solo em desequilíbrio, é um sintoma causador de elevada mortalidade de mudas em viveiros, de difícil controle, e é possível que tenha relação com equilíbrio microbiano no substrato, já que todos agentes causais podem estar presentes em todos solos utilizados como substratos não inertes (NASCIMENTO, 2016). Sua incidência poderá servir como hipótese em estudos posteriores com biofertilizantes aplicados à produção de mudas de hortaliças.

Esterco Bovino e Biofertilizantes Líquidos

Esterco bovino é aplicado em sistemas agrícolas há séculos, e é sabido que tem propriedades muito benéficas para a estrutura e agregação do solo, para elevação de Capacidade de Troca Catiônica (CTC), da capacidade tampão e da elevação do pH, da redução dos efeitos da salinidade e das externalidades da adição de certos fertilizantes minerais (AIYSHA, 2019). Todos estes benefícios são determinados por conta do

incremento do teor de matéria orgânica, além de promover ciclagem de nutrientes e um efeito positivo nas comunidades microbianas do solo (PRIMAVESI, 1986).

Em análises microbiológicas foi constatado que, em 8 amostras de esterco bovino utilizadas, 61% dos isolados bacterianos era capaz de fixar nitrogênio atmosférico, 79% solubilizavam fósforo, 81% potássio, 71% cálcio, 92% magnésio, 73% zinco e 77% sintetizavam ácido indol acético (AIA), um importante fito-hormônio promotor de crescimento vegetal (AIYSHA, 2019).

AIYSHA (2019) relata que, até então, eram identificados os seguintes gêneros bacterianos no esterco bovino: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Morgarella*, *Pasteurella*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Lactobacillus* e *Corynebacterium*. Além disso, por meio de análises microbiológicas de isolamento de microrganismos e testes fisiológicos, foram associadas as características observadas com os seguintes gêneros: *Azotobacter*, *Alcaligenes*, *Azospirillum*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Erwinia*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Flavobacterium*, *Serratia* e *Mycobacterium*, em fixação de Nitrogênio e: *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Bradyrhizobium* e *Burkholderia* em produção de AIA. Os resultados são promissores, com uma conclusão de que o esterco bovino é muito diverso e conserva em si um alto potencial para manutenção das atividades microbiológicas benéficas ao solo e às culturas agrícolas.

Além das atividades microbiológicas atreladas ao aumento da fertilidade, o equilíbrio ecológico promovido pelo uso do esterco bovino na agricultura é capaz de atuar no controle de patógenos por um efeito antagonista. Os microrganismos presentes no esterco bovino são responsáveis por suprimir o crescimento micelial dos fungos fitopatogênicos *Fusarium solani*, *F. oxysporum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, importantes agentes causais de doenças, inclusive no tomateiro. Além disso apresentam eficácia para controle de diversos outros patógenos, incluindo organismos fúngicos, bacterianos e nematoides (RAJ, 2014).

De acordo com a instrução normativa publicada em 8 de julho de 2020, define-se biofertilizante como o produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante.

Estes insumos podem ser produzidos por meio de preparados de microrganismos de solos isolados em laboratório, porém, não significa necessariamente maior eficiência

do que aqueles produzidos na própria propriedade, em condições não laboratoriais (MEDEIROS, 2006).

Não existe uma fórmula padrão para a produção de biofertilizantes, receitas variadas vêm sendo testadas. Entretanto, o uso de esterco fresco de bovino misturado com água é uma base comum para a produção de biofertilizantes caseiros. O processo de fermentação é complexo e os microrganismos existentes passam por quatro fases distintas de crescimento celular: latência, crescimento exponencial, fase estacionária e morte celular. Cada microrganismo participante degrada alimento para outro, numa relação de interdependência mútua e harmônica e, assim, o processo de fermentação acaba sendo contínuo, desde que seja alimentado com meio nutritivo (MEDEIROS, 2006).

Estes produtos são geralmente aplicados por meio de fertirrigação ou pulverizações foliares, as quais variam de acordo com a finalidade. Deve-se ter um cuidado especial para a concentração de aplicação, a fim de evitar estresse fisiológico nas plantas, o que retarda crescimento, floração e frutificação, provavelmente devido ao desvio metabólico para produção de substâncias de defesa (MEDEIROS, 2006).

Em hortaliças, a concentração média para aplicação destes biofertilizantes se mantêm por volta de 0,1 a 3% em pulverizações foliares semanais. Aplicado ao solo, recomenda-se concentração de cerca de 20%. Entre os preparados conhecidos pode-se citar a Compostagem Líquida Contínua (MEDEIROS, 2006) e o Microgeo, produzido comercialmente por iniciativa do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – (ESALQ/USP) e a Compostagem Líquida Contínua (MEDEIROS, 2006)

Certos grupos de microrganismos que podem estar presentes nos biofertilizantes, agregam uma alta capacidade de mobilização de fósforo e potássio, além da fixação de nitrogênio atmosférico, tornando estes biofertilizantes uma importante fonte renovável de nutrientes minerais de baixo custo para a agricultura, já que, além de aportarem nutrientes essenciais, fomentam dinâmicas no solo e na rizosfera que disponibilizam nutrientes presentes de forma abundante nos solos, porém muitas vezes, inacessíveis às plantas cultivadas (DEBOJYOTI, 2015).

Em resultados obtidos por Cavalcante (2009) foi evidenciado que nos tratamentos com maiores concentrações do biofertilizante líquido fermentado, houve maior estímulo no crescimento das plantas em altura, diâmetro do caule, área foliar, comprimento da raiz principal, fitomassa e área radicular nas mudas de maracujazeiro amarelo.

O esterco líquido fermentado de bovino também se mostrou eficiente em atenuar os efeitos depressivos da salinidade das águas no crescimento em altura das mudas de maracujá amarelo (MEDEIROS, 2016). Ainda de acordo com os autores, no solo sem esterco líquido, o aumento da salinidade inibe linearmente o crescimento em altura das mudas de maracujá amarelo.

Enriquecimento do Biofertilizante

Componentes minerais e orgânicos podem ser utilizados para o enriquecimento do biofertilizante básico. A ação dos microrganismos ali presentes ajuda a tornar os nutrientes da solução mais acessíveis para as plantas (MEDEIROS, 2006).

O enriquecimento do biofertilizante de esterco bovino tem por finalidade agregar maiores concentrações de determinados nutrientes ao composto, produzindo-se receitas que atendam às necessidades das diferentes culturas e seus estágios de crescimento. (OLIVEIRA, 2020).

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (BREDEMEIER, 2000)

Os fertilizantes nitrogenados orgânicos contêm a maior parte do nitrogênio (N) na forma de aminoácidos e proteínas, estes têm a vantagem de disponibilizar gradualmente o nitrogênio às plantas, minimizando as perdas por lixiviação, além disso, evitam a salinização e aumentam a condutividade elétrica (CAVALLARO, 2006). O autor afirma que dentre os resíduos de origem animal e vegetal a farinha de cascos e chifres bovinos é aquela que apresenta as maiores concentrações de nitrogênio (12 a 15% de N), além de 40% de carbono orgânico total.

No tomateiro, o potássio (K) é o nutriente mais extraído e influencia fortemente a produtividade (MINAMI, 2017). De acordo com o autor, o consumo de K para produção de uma tonelada de frutos é de 2,9 kg. No que diz respeito aos sulfatos de potássio certificados, estes apresentam maior teor de potássio que qualquer outro material na agricultura orgânica, apresentando teores médios de 50% de K₂O e 17% de S. (GUEDES, 2021).

O fósforo (P) é um macronutriente que proporciona respostas significativas na produtividade do tomateiro (CAVALLARO, 2006). Uma de suas principais funções está relacionada ao aspecto estrutural e também no processo de transferência / armazenamento de energia (MELO, 2014). O fosfato natural reativo é um fosfato de origem sedimentar e

orgânico, formado pela deposição e posterior decomposição de restos de animais marinhos, sendo proveniente principalmente da região de Marrocos.

OBJETIVO

Avaliar o efeito de diferentes formulações de biofertilizantes orgânicos à base de esterco bovino no desenvolvimento de mudas de tomate.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Sítio Jatobá, localizado no município de Inconfidentes - MG. Para a realização do experimento, foi preparado 100 litros de um biofertilizante base contendo apenas esterco fresco de gado leiteiro diluído em água na proporção de 3 partes de água para 1 de esterco (início no dia 20/10/2021).

Semanalmente, foi adicionado açúcar cristal na proporção de 1 kg para cada 100 litros do biofertilizante, a fim de fornecer energia para o desenvolvimento dos microrganismos. Durante 30 dias o material foi aerado diariamente com o auxílio de uma pá, a fim de estimular o crescimento dos microrganismos aeróbicos ali presentes. Após este período, o total do biofertilizante foi coado e dividido em três partes de 30 litros para a elaboração de três formulações distintas, sendo elas:

1. Formulação básica, sem nenhum acréscimo.
2. Formulação básica enriquecida com 500g de farinha de chifres e cascos, 500g de sulfato de potássio e 500g de fosfato natural reativo.
3. Formulação básica enriquecida com 250g de farinha de chifres e cascos, 250g de alga lithotanium, 250g de sulfato de potássio, 250g de sulfato de magnésio, 250g de fosfato natural reativo e 250g de bórax pentahidratado.

As três formulações foram aeradas diariamente por mais 20 dias e a cada 5 dias foi acrescentado mais 500g de açúcar cristal em cada formulação. Aumentamos a proporção do açúcar nessa etapa final do processo de fermentação buscando um desenvolvimento mais intenso dos microrganismos.

A escolha das três formulações foi realizada a fim de avaliar a eficiência da complementação do biofertilizante básico, avaliando a necessidade ou não de se incorporar todos os suplementos da formulação 3, ou apenas os presentes na formulação 2 já seriam suficientes.

O experimento foi composto de seis tratamentos (3 biofertilizantes x 2 concentrações cada) acrescidos de uma testemunha (sem adubação) cuja irrigação foi realizada apenas com água durante todo o estudo. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado e cada tratamento foi composto de quatro repetições, cada uma composta por 30 mudas. A fim de eliminar a possibilidade de o efeito de bordadura afetar os resultados, apenas as 10 plantas centrais de cada repetição foram avaliadas.

No dia 10/11/2021, sementes de tomate saladette (IND) híbrido Parma F1 de um lote único (Agristar super seed) foram semeadas em bandejas de 60 células preenchidas com uma mistura de fibra de coco moída e vermiculita fina, como material inerte. As bandejas permaneceram em estufa durante o período de 30 dias até a germinação total das sementes e desenvolvimento das mudas, sendo irrigadas diariamente apenas com água através de micro aspersão.

30 dias após a semeadura, os biofertilizantes passaram a ser aplicados nas mudas através da imersão das bandejas de cultivo (dia 10/12/2021). Os biofertilizantes foram aplicados diluídos em água em duas diferentes concentrações para cada biofertilizante (10% e 20%). As bandejas foram imersas na solução uma vez a cada 5 dias durante 1 hora, até a saturação do substrato. Durante os demais dias, as bandejas foram mantidas na estufa e irrigadas apenas com água através de micro aspersão. Este mesmo procedimento foi repetido a cada 5 dias entre o dia 10/12/2021 e 10/01/2022.

A fim de eliminar a possibilidade de o efeito de bordadura afetar os resultados, apenas as 10 plantas centrais de cada tratamento foram avaliadas. A partir dos 40 dias após semeadura (DAS), foram realizadas avaliações a cada 10 dias quanto à altura das mudas, diâmetro de caule e número de folhas. As medições foram realizadas nos dias 20/12/21, 30/12/21, 10/01/22 e 20/01/22. Após este período, aos 70 DAS, as mudas foram avaliadas quanto à massa de matéria fresca e massa de matéria seca, tanto da parte aérea quanto da raiz.

Os dados foram avaliados inicialmente pela análise de variância (ANOVA) e posteriormente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, observa-se que o uso dos 6 tratamentos com biofertilizantes foram relevantes em comparação ao tratamento controle. Entretanto, cada tratamento promoveu diferentes respostas no desenvolvimento das mudas de tomate, sendo que o tratamento 2 com concentração de 20% apresentou os melhores resultados dentre os tratamentos em todos os parâmetros analisados.

Em relação à altura de mudas (Tabela 1) observa-se que, os 6 tratamentos apresentaram superioridade na altura média se comparados com o tratamento controle, fato que se confirma com o desenvolvimento das mudas. Em especial, o tratamento 2 com concentração de 20%, que atingiu o maior resultado de altura média das mudas analisadas, atingindo uma altura média de 31,31 cm aos 70 DAS. Observa-se também bons resultados no tratamento 3, também na concentração de 20%, cujo resultado final aos 70 DAS é similar ao do tratamento 2 dentro do teste de Tukey.

Nota-se um melhor desempenho nos 3 tratamentos com concentração de 20% em comparação a concentração de 10%, o que demonstra níveis nutricionais mais adequados com a maior concentração destes biofertilizantes. Cavalcante (2009) concluiu em seu trabalho que níveis maiores na concentração do biofertilizante a base de fermentado de esterco bovino, influenciou positivamente o crescimento durante a formação das mudas de maracujazeiro amarelo.

Tabela 1: Altura (cm) de mudas de tomate submetidas a diferentes adubações com biofertilizantes. DAS – dias após a semeadura.

Tratamento	40 DAS	50 DAS	60 DAS	70 DAS
Controle	8,90 c	11,71 d	15,67 d	17,25 f
1 (10%)	9,11 c	13,85 c	19,21 c	25,90 e
1 (20%)	9,80 b	14,48 c	19,68 c	27,67 d
2 (10%)	10,55 a	16,77 b	22,65 b	29,30 c
2 (20%)	10,82 a	18,05 a	22,65 b	31,31 a
3 (10%)	10,56 a	16,07 b	23,11 ab	29,65 bc
3 (20%)	10,67 a	16,93 b	24,15 a	30,52 ab
CV (%)	1,48	2,44	2,33	1,45

1. Formulação básica, sem nenhum acréscimo.
2. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo.
3. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, pó de alga lithotamnium, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, fosfato natural reativo e bórax pentahidratado.

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o diâmetro de mudas (Tabela 2) foi observada a mesma tendência do crescimento em altura. De maneira geral, as mudas cresceram proporcionalmente com relação a seu diâmetro de caule e sua altura média. Cavalcante (2009) obteve um incremento de até 54% para o diâmetro do caule em mudas de maracujazeiro em solo não salino com biofertilizante e irrigado com água sem restrições.

Novamente, o tratamento 2, com concentração de 20%, atingiu os melhores resultados, atingindo um diâmetro basal médio de 0,73 cm aos 70 DAS. Seguido pelo tratamento 3 na mesma concentração, que chegou a 0,69 cm aos 70 DAS.

Tabela 2: Diâmetro (cm) de mudas de tomate submetidas a diferentes adubações com biofertilizantes. DAS – dias após a sementeira.

Tratamento	40 DAS	50 DAS	60 DAS	70 DAS
Controle	0,27 c	0,30 e	0,34 c	0,39 e
1 (10%)	0,29 c	0,34 d	0,41 b	0,53 d
1 (20%)	0,28 c	0,34 d	0,41 b	0,55 d
2 (10%)	0,32 a	0,38 c	0,44 b	0,64 c
2 (20%)	0,32 a	0,43 a	0,50 a	0,73 a
3 (10%)	0,31 b	0,37 c	0,43 b	0,64 c
3 (20%)	0,32 a	0,41 b	0,50 a	0,69 b
CV (%)	2,38	2,87	3,77	2,06

1. Formulação básica, sem nenhum acréscimo.

2. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo.

3. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, pó de alga lithotamium, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, fosfato natural reativo e bórax pentahidratado.

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao número de folhas (Tabela 3) observa-se uma resposta decrescente do número de folhas do tratamento controle com o passar das semanas, fato este que demonstra uma significativa deficiência nutricional, exigindo que a muda sacrifique suas folhas mais antigas a fim de possibilitar a continuidade do crescimento vegetativo. Como demonstrado por Moreira (2012) em seu trabalho sobre nutrição e desenvolvimento de tomate orgânico.

Já nos tratamentos com biofertilizante, observa-se crescimento no número de folhas com o passar do tempo, validando o aporte nutricional feito pelos biofertilizantes. O tratamento 2 na concentração de 20%, resultou no maior número médio de folhas, atingindo um número médio de 4,25 folhas por muda aos 70 DAS.

De acordo com Reis (2013), que desenvolveu um estudo relacionando o índice de área foliar e a produtividade do tomate, a produtividade máxima é obtida quando o

tomateiro se encontra com a maior área foliar. Uma maior área foliar resulta em uma produção de fotoassimilados maior e conseqüentemente, um maior crescimento vegetativo e produtividade (REIS, 2013)

Perin (2018), em seu trabalho sobre a relação da desfolha de plantas de tomate e sua produtividade, concluiu que as características morfológicas da planta afetam diretamente a formação do fruto, pois quanto maior a desfolha durante o ciclo, menor os valores dos parâmetros dimensionais dos frutos (PERIN, 2018). Logo, o suprimento mineral adequado ao vegetal possibilita a constante emissão de folhas fotossintéticas ativas, além da conservação das folhas emitidas, as quais servem como síntese de fotoassimilados necessários para o crescimento da planta e formação dos frutos.

Tabela 3: Número de folhas de mudas de tomate submetidas a diferentes adubações com biofertilizantes. DAS – dias após a sementeira.

Tratamento	40 DAS	50 DAS	60 DAS	70 DAS
Controle	2,32 c	2,55 d	1,77 e	1,32 d
1 (10%)	2,77 b	3,25 c	3,37 cd	3,37 c
1 (20%)	2,77 b	3,27 c	3,25 d	3,27 c
2 (10%)	2,90 a	3,55 b	3,82 b	3,87 b
2 (20%)	2,95 a	3,85 a	4,07 a	4,25 a
3 (10%)	2,87 ab	3,55 b	3,55 c	3,40 c
3 (20%)	2,95 a	3,75 ab	3,57 c	3,52 c
CV (%)	1,75	2,93	3,04	3,56

1. Formulação básica, sem nenhum acréscimo.

2. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo.

3. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, pó de alga lithotamnium, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, fosfato natural reativo e bórax pentahidratado.

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O destaque dos tratamentos com biofertilizante em comparação com o tratamento controle se confirma quando se avaliam os resultados de massa de matéria fresca e seca de parte aérea e sistema radicular (Tabela 4). Nota-se que o tratamento controle não resistiu aos 70 dias sem nutrição (visto que o experimento foi cultivado em solo inerte) e ao contrário, nota-se que os 6 tratamentos com biofertilizantes, promoveram melhor acúmulo de massa de matéria seca, confirmando a melhoria na fertilidade quando os biofertilizantes são aplicados.

Tabela 4: Massa de matéria fresca (MMF) e seca (MMS), em gramas, de raiz (R) e parte aérea (PA) de mudas de tomate submetidas a diferentes tratamentos de biofertilizantes. (Dados obtidos 70 dias após a semeadura).

Tratamento	MMF PA	MMS PA	MMF R	MMS R
Controle	9,37 e	0,75 e	5,37 f	0,50 d
1 (10%)	18,25 d	3,25 d	17,12 e	2,12 c
1 (20%)	18,37 d	3,25 d	17,25 e	2,25 c
2 (10%)	27,35 b	6,00 b	30,62 b	4,12 b
2 (20%)	30,25 a	7,00 a	33,00 a	5,12 a
3 (10%)	22,62 c	3,50 cd	20,37 d	3,62 b
3 (20%)	24,25 c	4,12 c	22,87 c	4,00 b
CV (%)	4,31	9,39	3,85	9,93

1. Formulação básica, sem nenhum acréscimo.

2. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo.

3. Formulação básica enriquecida com farinha de chifres e cascos, pó de alga lithotammium, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, fosfato natural reativo e bórax pentahidratado.

*médias seguidas da mesma linha na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A superioridade das formulações 2 e 3 em relação a formulação 1 em todos os parâmetros analisados, demonstra que o enriquecimento da formulação básica com complexos organominerais traz resultados positivos, resultando em um biofertilizante nutricionalmente mais completo. Silva (2007) estudando o efeito de diferentes formulações de biofertilizante na cultura do melão, confirmou que o uso de biofertilizantes enriquecidos promoveu melhor crescimento das plantas.

Desta forma, podemos observar a superioridade do tratamento 2 na concentração de 20%, que acarretou em um resultado 16% superior ao mesmo tratamento na concentração de 10% referente a massa de matéria seca da parte aérea, e um resultado 25% superior referente a massa de matéria seca da raiz. Além de um resultado 10% superior referente ao número de folhas aos 70 DAS, 14% superior referente ao diâmetro de caule aos 70 DAS e 7% superior referente à altura das mudas aos 70 DAS.

CONCLUSÕES

O uso de formulação básica de biofertilizante bovino enriquecida com farinha de chifres e cascos, sulfato de potássio e fosfato natural reativo na concentração de 20% promoveu os melhores resultados em mudas de tomate aos 70 dias após a semeadura obtendo-se a maior altura média total, maior diâmetro de caule, maior número de folhas e maior massa de matéria fresca e seca, tanto da raiz quanto da parte aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIYSHA, Dalaq; LATIF, Zakia. Insights of organic fertilizer micro flora of bovine manure and their useful potentials in sustainable agriculture. **Plos one**, v. 14, n. 12, p. e0226155, 2019.

ARAÚJO, J. J., Muniz, M. D. F. S., Moura Filho, G., da Silva Rocha, F., & da Cunha, J. M. Bacillus subtilis no tratamento de mudas de bananeira infectadas por fitonematoides. **Revista Ceres**, v. 65, p. 99-103, 2018.

BETTIOL, Wagner. Leite de vaca cru para o controle do oídio. **Embrapa Meio Ambiente-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

BORGUINI, Renata Galhardo. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. 2006. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

BREDEMEIER, Christian, & Mundstock, C. M. (2000). Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, 30, 365-372.

CAVALLARO, Mario Luiz Júnior. Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate. 2006.

CAVALCANTE, L. F., da Silva, G. F., Gheyi, H. R., Dias, T. J., Alves, J. D. C., & da Costa, A. D. P. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 414-420, 2009.

CHABOUSSOU, Francis. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose). Porto Alegre: L & Pm, 1987.

CHÁVEZ, Díaz I. F., Zelaya Molina, L. X., Cruz Cárdenas, C. I., Rojas Anaya, E., Ruíz Ramírez, S., & Santos Villalobos, S. D. L. Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 11, n. 6, p. 1423-1436, 2020.

GUEDES, E.; Santos, R. F.; Guedes, C. R.; Souza, E. P. de; Carodoso, A. I. I. Fontes de potássio para produção e qualidade de tomate cultivado em sistema orgânico em ambiente protegido (2021). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14.

LUZ, José Magno Queiroz; SHINZATO, André Vinícius; SILVA, Monalisa Alves Diniz da. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Biosci. j. (Online)**, 2007.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **Histórias das agriculturas no mundo. Do neolítico à crise contemporânea**. IICA, 2010.

MEDEIROS, Marcos Barros; DA SILVA LOPES, Juliano. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**. Salvador, v. 7, 2006.

MEDEIROS, MB de; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos: processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Biociência: Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 38-44, 2003.

MEDEIROS, da Silva, S. A., Cavalcante, L. F., Bezerra, M. A. F., do Nascimento, J. A. M., Bezerra, F. T. C., & Prazeres, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

MELO, N. C., de Souza, L. C., Gomes, R. F., de Oliveira Neto, C. F., & Costa, D. L. P. (2014). Cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) hidropônico sob diferentes níveis de fósforo e potássio em solução nutritiva. **Revista Agroecossistemas**, 6(1), 10-16.

MINAMI, K.; Mello, S. C. (2017). Fisiologia e nutrição do tomateiro. (1 ed.) Curitiba: **Senar**.

MOREIRA, Claudia Araujo. Biofertilizantes: nutrição e desenvolvimento de tomate orgânico. 2012.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. Produção de mudas de hortaliças. **Embrapa Hortaliças-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2016.

OLIVEIRA, Eduardo Rodrigo. Desenvolvimento de biofertilizante líquido produzido a partir de esterco bovino e cama de frango. 2020.

PEI, D., Zhang, Q., Zhu, X., & Han, S. Endophytic *Bacillus subtilis* P10 from *Prunus cerasifera* as a biocontrol agent against tomato *Verticillium* wilt. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, 2021.

PERIN, L.; PEIL, R. M. N.; HOHN, D.; ROSA, D. S. B.; WIETH, A. R.; GROLLI, P. R. Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.40, n.1, p. 1-8, 2018.

PRIMAVESI, Ana. A agricultura em regiões tropicais: manejo ecológico do solo. 9 Ed. São Paulo: **Nobel**, 1986.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; SOUZA JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.386-391, 2013.

RAJ, Abhishek; JHARIYA, Manoj Kumar; TOPPO, Pratap. Cow dung for eco-friendly and sustainable productive farming. **Environ Sci**, v. 3, n. 10, p. 201-202, 2014.

RUBIN, C. A., Schneider, L., Campos, M. S., Oliveira, R. C. Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense. **Compêndio de estudos Conab** v. 21, 2019.

SILVA, A. F., Pinto, J. M., França, C. R. R. S., Fernandes, S. C., Gomes, T. D. A., da Silva, M. S. L., & ANB, M. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. **Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.