

Boletim Técnico

02

Pesquisa e Desenvolvimento

2020
ISSN 2674-8177

Gerusa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Rosana Matos de Moraes
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen
Benjamin Dias Osório Filho



**Benefícios do vermicomposto
para suplementação parcial da
nutrição mineral do tomateiro**



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO
RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA AGROPECUÁRIA

BOLETIM TÉCNICO: **pesquisa e desenvolvimento**

BENEFÍCIOS DO VERMICOMPOSTO PARA
SUPLEMENTAÇÃO PARCIAL DA NUTRIÇÃO MINERAL DO
TOMATEIRO

Autores

Gerusa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Rosana Matos de Morais
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen
Benjamin Dias Osório Filho

Porto Alegre, RS

2020

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Luis Antonio Franciscatto Covatti.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Caio Fábio Stoffel Efrom; Bruno Brito Lisboa; Elaine dos Santos Pinto; Gilson Schlindwein; Lia Rosane Rodrigues; Marioni Dornelles da Silva; Rovaina Laureano Doyle.

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

Fotos: Gerusa Pauli Kist Steffen

B688m BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento. Benefícios do vermicomposto para suplementação parcial da nutrição mineral do tomateiro. / Gerusa Pauli Kist Steffen ... [et al]. – Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020.

36 p. ; il.

Anual

Continuação de: Boletim Fepagro – n.1 (1995) – n. 26 (2016)

1. Agropecuária. 2. Fertilização orgânica. 3. Tomate. 4. Vermicompostagem I. Steffen, Gerusa Pauli Kist. II. Título.

CDU 631.874

REFERÊNCIA

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist et al. **Benefícios do vermicomposto para suplementação parcial da nutrição mineral do tomateiro.** Porto Alegre: DDP, 2020. 36 p. (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, n. 2).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4 CONCLUSÕES	31
AGRADECIMENTOS	32
REFERÊNCIAS	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Variedades híbridas de tomateiro utilizadas no ensaio: Absoluto (A) e Tinto (B)..... 17
- Figura 2.** Disposição dos vasos experimentais e plantas de tomateiro durante a condução do ensaio em ambiente protegido..... 18
- Figura 3.** Padrão de maturação dos frutos colhidos no decorrer do ensaio..... 19
- Figura 4.** Determinação do índice de clorofila foliar das plantas de tomateiro por meio do clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030..... 20
- Figura 5.** Análise de regressão para os parâmetros número de frutos por planta, massa fresca média e massa fresca total de frutos..... 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição dos tratamentos com base no percentual de suplementação da fertilização mineral pelo vermicomposto..... 15
- Tabela 2.** Caracterização química do vermicomposto e do solo utilizados para composição dos substratos para cultivo de tomateiro.....16
- Tabela 3.** Altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas e índice de clorofila foliar (ICF) de plantas de tomate dos híbridos Tinto e Absoluto em resposta a concentrações crescentes de vermicomposto (VC) aos 30 dias após o transplântio das mudas. Média de 10 repetições..... 21
- Tabela 4.** Altura (H), diâmetro do coleto (DC), índice de clorofila foliar (ICF) e percentual de plantas com flores e frutos, em resposta a concentrações crescentes de vermicomposto, aos 48 dias após o transplântio das mudas de tomateiro. Média de 10 repetições..... 24
- Tabela 5.** Número de cachos, número e comprimento/diâmetro médio de frutos verdes presentes aos 71 dias após o transplântio das mudas de tomateiro dos híbridos Tinto e Absoluto. Média de 10 repetições..... 25
- Tabela 6.** Massa fresca média (MFM) e massa fresca total por planta (MFT) de frutos maduros de tomate dos híbridos Tinto

e Absoluto. Colheitas semanais realizadas no período de 07/01/2015 a 03/03/2015. Média de 12 frutos por tratamento..... 27

Tabela 7. Comprimento médio de frutos (CMF) maduros de tomate híbrido Tinto (mm), número médio de frutos (NMF) colhidos por planta e diâmetro médio de frutos (DMF) maduros de tomate híbrido Absoluto (mm) submetidos a diferentes tratamentos.....28

BOLETIM TÉCNICO: **pesquisa e desenvolvimento**

BENEFÍCIOS DO VERMICOMPOSTO PARA SUPLEMENTAÇÃO PARCIAL DA NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO

Gerusa Pauli Kist Steffen

Joseila Maldaner

Rosana Matos de Moraes

Cleber Witt Saldanha

Evandro Luiz Missio

Ricardo Bemfica Steffen

Benjamin Dias Osório Filho

APRESENTAÇÃO

O Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) tem em sua missão conduzir pesquisas agropecuárias e por oferecer serviços de diagnóstico às cadeias produtivas do Estado.

O presente trabalho visa apresentar os benefícios do vermicomposto para suplementação parcial da nutrição mineral do tomateiro. O desenvolvimento de alternativas efetivas para nutrição do tomateiro e, ao mesmo tempo, não agressivas ao meio ambiente é de suma importância e está em consonância com propostas de inovação tecnológica e alternativas limpas e sustentáveis visando contribuir para a melhoria da qualidade dos alimentos e da preservação dos recursos naturais.

O trabalho está inserido a um conjunto de ações na área de agroecologia e agricultura sustentável que vem sendo trabalhadas pelo DDPA, com contribuição tecnológica relevante para o desenvolvimento do setor agrícola do RS e com notável importância e significado no âmbito da redução ou substituição do emprego de insumos químicos nos cultivos.

Este material pode ser utilizado por pesquisadores, professores e estudantes de graduação e pós-graduação. Espera-se avançar na qualificação dos profissionais através da geração de conhecimentos acerca da vermicompostagem na adubação da cultura do tomateiro, promovendo incrementos de produtividade agrícola com menor custo e impacto ambiental.

Dr. Rafael Anzanello

Coordenador do Programa de Pesquisa em Produção Vegetal

Benefícios do vermicomposto para suplementação parcial da nutrição mineral do tomateiro

Gerusa Pauli Kist Steffen¹, Joseila Maldaner¹, Rosana Matos de Moraes¹, Cleber Witt Saldanha¹, Evandro Luiz Missio¹, Ricardo Bemfica Steffen², Benjamin Dias Osório Filho³

Resumo

Mais do que nutrientes, o solo deve fornecer condições adequadas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Dentre as alternativas para melhorar as características físicas e químicas do solo está o uso de vermicomposto. Este estudo teve o objetivo de determinar os efeitos da suplementação parcial da fertilização mineral por vermicomposto no cultivo do tomateiro. Foram avaliados cinco tratamentos correspondentes a diferentes proporções de vermicomposto e adubação mineral no cultivo de duas variedades híbridas de tomateiro (Tinto e Absoluto) em ambiente protegido. As porcentagens de vermicomposto foram: 0; 10; 20; 40 e 50% em relação à suplementação mineral. Foram determinados parâmetros de crescimento e

¹Pesquisador Dr., Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. BR 287 Acesso VCR 830, km 4,5, Distrito de Boca do Monte, CEP 97001-970, Santa Maria/RS, gerusa-steffen@agricultura.rs.gov.br, joseila-maldaner@agricultura.rs.gov.br, rosana-morais@agricultura.rs.gov.br, cleber-saldanha@agricultura.rs.gov.br, evandro@agricultura.rs.gov.br

²Pesquisador Pós-doutor em Manejo Biodinâmico do Solo, agronomors@gmail.com

³Professor Dr., Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Rua Sete de Setembro, 1040, Centro, CEP 96508-010, Cachoeira do Sul/RS, agronomiabf@hotmail.com

desenvolvimento aos 30 e 48 dias após o transplante das mudas para os vasos (altura, diâmetro do coleto, número de folhas, índice de clorofila foliar e presença de flores e frutos). A produtividade de cada híbrido de tomateiro foi determinada através da contagem do número de frutos e do valor de massa fresca média e total de frutos maduros por planta. O uso do vermicomposto na suplementação da adubação mineral em 40 e 50% proporcionou florescimento e frutificação precoce do tomateiro. Para ambos os híbridos de tomate avaliados, a substituição de 40 e 50% de fertilizante mineral por vermicomposto proporcionou frutos maduros com maiores valores médios de massa fresca e produtividade total por planta. O uso de vermicomposto para suplementação parcial de nutrientes em produções comerciais de tomate promove importantes benefícios, proporcionando florescimento precoce e aumento da produtividade.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*. Fertilização orgânica. Vermicompostagem.

Benefits of vermicompost for partial supplementation of tomato mineral nutrition

Abstract

The soil should provide adequate conditions for root growth and development apart from supplying nutrients. The vermicompost is an alternative to improve the physical and chemical characteristics of the soil. The aim of this study was to determine the effects of partial supplementation to mineral fertilization with vermicompost on tomato cultivation. Five treatments corresponding to different proportions of

vermicompost and mineral fertilization were evaluated in the cultivation of two hybrid varieties of tomato (Tinto and Absoluto) in a protected environment. The percentages of vermicompost were: 0; 10; 20; 40 and 50% in relation to mineral supplementation. Growth and development parameters were determined at 30 and 48 days after seedling transplantation into the pots (height, stem diameter, number of leaves, leaf chlorophyll index and presence of flowers and fruits). The yield of each tomato hybrid was determined by counting the number of fruits and the average and total fresh fruit value of ripe fruits per plant. The vermicompost use in mineral fertilization supplementation in 40 and 50% provided early flowering and fruiting of the tomato. The replacement of 40 and 50% of mineral fertilizer with vermicompost for both tomato hybrids provided ripe fruits with higher average fresh mass and total yield per plant. The vermicompost use for partial nutrient supplementation in commercial tomato productions promotes important benefits, providing early flowering and increase of yield.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*. Organic fertilization. Vermicomposting.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da agricultura moderna é a redução da necessidade de insumos químicos na produção de alimentos. O uso elevado de fertilizantes minerais e agrotóxicos, além de promover contaminação ambiental, eleva significativamente os custos de produção, os quais são influenciados diretamente pela economia internacional.

Nos últimos anos, evidencia-se um aumento da preocupação por parte da sociedade global quanto à necessidade de adoção de práticas mais sustentáveis, que além de suprir a crescente demanda por alimentos e energia, apresentem menor impacto sobre o ambiente (PHALAN; ONIAL; BALMFORD, 2011). Uma alternativa viável para a minimização do acúmulo de poluentes em agroecossistemas e o melhor aproveitamento dos recursos naturais é o uso de insumos orgânicos (MONDAL; DATTA; MONDAL, 2017), visando o aporte de nutrientes e a proteção das plantas.

Dentre os cultivos vegetais mais dependentes do uso de insumos externos está o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). O tomate é a segunda hortaliça mais importante do Brasil, situando o país entre os dez maiores produtores de tomate no mundo. A produção brasileira de tomate na safra de 2015 ultrapassou quatro milhões de toneladas (IBGE-LSPA, 2016).

Sabe-se que a possibilidade de substituição parcial ou total do uso de fertilizantes e defensivos químicos na produção de plantas é real e eficiente. Estudos têm apontado os benefícios da aplicação de compostos orgânicos sobre a produtividade de diversas espécies vegetais (LAZCANO et al., 2013). E os benefícios são atribuídos à melhoria da qualidade do solo ou substrato de cultivo, tanto das características físicas, químicas quanto biológicas (CABRERA et al., 2007). Compostos orgânicos são muito mais do que fertilizantes. Além de fornecerem nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, os compostos orgânicos atuam na proteção à ocorrência de doenças, no aumento da resistência a condições de seca e na promoção de crescimento vegetal (RAVINDRAN et al., 2016).

A utilização de fertilizantes orgânicos pode aumentar a atividade microbiana dos solos em mais de 16% quando comparado com os fertilizantes inorgânicos, podendo levar também a um aumento da atividade enzimática, devido à liberação dos principais macronutrientes essenciais para as plantas (DINESH et al., 2010).

Dentre os substratos orgânicos existentes e disponíveis para o cultivo vegetal, o vermicomposto ou húmus de minhoca tem sido bastante utilizado, por apresentar inúmeras características que beneficiam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, além de apresentar custo reduzido e acessível para os agricultores (OLIVEIRA; XAVIER; DUARTE, 2013). O vermicomposto caracteriza-se por ser um composto estável obtido a partir da transformação dos mais variados tipos de resíduos orgânicos com o auxílio de minhocas e microrganismos que habitam seu trato digestivo (CABRERA et al., 2007).

Economicamente, o uso de vermicomposto representa uma possibilidade de redução dos custos de adubação, visto que pode ser produzido na própria unidade de produção agrícola. Além disso, trabalhos de pesquisa têm demonstrado os benefícios do uso de vermicomposto na produção vegetal devido à presença de fitormônios, os quais atuam na promoção do crescimento, bem como na melhoria da qualidade fitossanitária das plantas (RAVINDRAN et al., 2016).

Considerando os benefícios do uso de vermicomposto na produção de plantas, o presente trabalho teve por objetivo determinar a eficiência da substituição parcial da fertilização mineral do tomateiro pelo uso de vermicomposto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados cinco tratamentos correspondentes a diferentes proporções de fertilização mineral e vermicomposto no cultivo de duas variedades híbridas de tomateiro em ambiente protegido (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos tratamentos com base no percentual de suplementação da fertilização mineral pelo vermicomposto.

Tratamento	Fertilização mineral (%)	Vermicomposto (%)
T1	100	0
T2	90	10
T3	80	20
T4	60	40
T5	50	50

O vermicomposto utilizado no estudo foi produzido com o auxílio de minhocas da espécie *Eisenia andrei*, popularmente conhecidas como californianas ou vermelhas-da-califórnia, a partir de esterco curtido de bovinos. Após 100 dias de transformação, o vermicomposto foi peneirado em malha de 2 mm e avaliado quanto ao teor de nutrientes em laboratório especializado.

As dosagens da formulação mineral (10-18-20 N-P-K) e do vermicomposto foram calculadas conforme os teores de nutrientes indicados pela análise química do solo e do vermicomposto (Tabela 2) e pelas necessidades da cultura (CQFS, 2016).

Tabela 2. Caracterização química do vermicomposto e do solo utilizados para composição dos substratos para cultivo de tomateiro.

Características químicas	Vermicomposto	Solo
pH água (1:1)	6,3	5,4
Ca (Cmolc/dm ³)	12,9	3,3
Mg (Cmolc/dm ³)	13,9	0,9
Al (Cmolc/dm ³)	0	0,1
CTC efetiva (Cmolc/dm ³)	28,8	4,5
Saturação Alumínio (%)	0	2,2
Saturação Bases (%)	90,2	49,5
Matéria orgânica (%)	21	1,3
Argila (%)	8,0	19
Textura	4	4
S (mg/dm ³)	660	16,1
P-Mehlich (mg/dm ³)	500	6,0
K (mg/dm ³)	800	48,0

Mudas de tomateiro das variedades híbridas Absoluto e Tinto foram produzidas em bandejas de isopor contendo substrato comercial Carolina Soil[®]. O híbrido Absoluto apresenta hábito de crescimento semi-determinado, ciclo de 110 a 120 dias e frutos arredondados com peso aproximado de 300 a 350 gramas (Figura 1A). O híbrido Tinto é do tipo saladete, apresenta crescimento determinado e frutos com peso médio entre 120 e 140 gramas (Figura 1B).

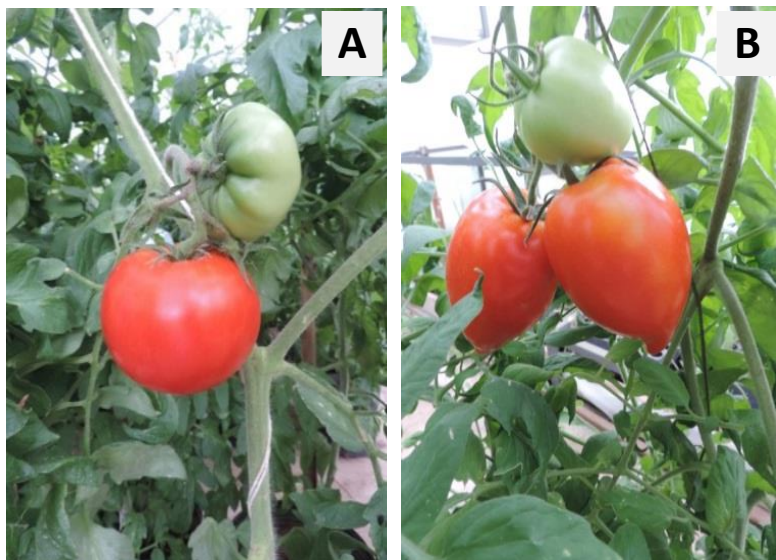


Figura 1. Variedades híbridas de tomateiro utilizadas no ensaio: Absoluto (A) e Tinto (B).

Após 30 dias, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos pretos (11 litros) contendo 10 litros do substrato correspondente a cada tratamento. A adubação mineral foi adicionada dentro de um sulco aberto a aproximadamente cinco centímetros ao lado da muda previamente transplantada. Os vasos permaneceram em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, 10 repetições e dois híbridos de tomateiro, totalizando 100 unidades experimentais (Figura 2). A irrigação ocorreu manual e diariamente, de acordo com a necessidade hídrica da cultura.



Figura 2. Disposição dos vasos experimentais e plantas de tomateiro durante a condução do ensaio em ambiente protegido.

Foram avaliadas características relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas (altura, diâmetro do coleto, número de folhas, índice de clorofila foliar, presença de flores e frutos) aos 30 e 48 dias após o transplântio das mudas para os vasos. Aos 71 dias após o transplântio das mudas, foi determinado o número médio de cachos e o número de frutos verdes por planta, bem como os valores de diâmetro transversal (híbrido Absoluto) e comprimento (híbrido Tinto) médio dos frutos verdes presentes em cada planta.

Para avaliar a produtividade de cada híbrido de tomateiro, realizou-se a contagem do número médio e a determinação da massa fresca média e total de frutos maduros por planta no decorrer do ciclo da cultura, no período entre 07 de janeiro a 03 de março de 2015, totalizando 11 datas de colheita. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa (totalmente amadurecido e desenvolvido), caracterizado pela coloração vermelha (Figura 3).



Figura 3. Padrão de maturação dos frutos colhidos no decorrer do ensaio.

Foram colhidos e avaliados apenas os frutos maduros sadios com padrão comercial. Foram considerados comerciais os frutos com diâmetro transversal superior a 30 mm e que não apresentavam defeitos, tais como podridões causadas por agentes microbiológicos, rachaduras e podridão apical. Frutos que apresentaram estes defeitos foram descartados. Não foi necessário aplicar defensivos químicos para o controle de pragas.

O índice de clorofila foliar (índice de clorofila Falker, ICF) foi determinado com clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030. As

leituras foram realizadas em um ponto do limbo foliar do primeiro par de folhas completamente expandidas a partir do meristema apical (Figura 4). Na avaliação dos 30 dias, utilizou-se uma leitura do índice de clorofila por planta, enquanto que aos 48 dias foram realizadas duas leituras por planta, sendo utilizada a média das duas leituras.



Figura 4. Determinação do índice de clorofila foliar das plantas de tomateiro por meio do clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030.

A análise estatística dos dados e o teste de médias foram realizados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Para os parâmetros número de frutos por planta e massa fresca média e total de frutos, realizou-se análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição parcial da adubação mineral por doses crescentes de vermicomposto proporcionou melhoria das características morfológicas e fisiológicas das plantas de tomateiro em ambos os híbridos avaliados, aos 30 e 48 dias após o transplântio das mudas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas e índice de clorofila foliar (ICF) de plantas de tomate dos híbridos Tinto e Absoluto em resposta a concentrações crescentes de vermicomposto aos 30 dias após o transplântio das mudas. Média de 10 repetições.

Doses de vermicomposto	H (cm)	DC (mm)	Nº de folhas	ICF
Híbrido Tinto				
0%	32,40 c*	5,61 b	7,5 d	40,1 a
10%	38,85 ab	6,57 ab	8,5 bc	39,6 a
20%	34,45 bc	6,08 ab	7,8 cd	39,1 a
40%	45,05 a	6,79 ab	9,4 a	42,28 a
50%	40,55 ab	7,29 a	9,1 ab	44,8 a
CV(%)**	13,24	15,16	7,86	11,36
Híbrido Absoluto				
0%	20,15 c	5,17 d	6,00 c	32,88 b
10%	21,00 c	5,65 cd	7,10 b	33,34 b
20%	28,15 b	6,48 bc	7,50 b	35,70 b
40%	38,60 a	7,39 a	9,00 a	41,12 a
50%	34,90 a	6,82 ab	8,90 a	34,46 b
CV (%)	11,02	11,35	5,86	6,98

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Coeficiente de variação.

Aos 30 dias após o transplântio das mudas, os tratamentos compostos por 40 e 50% de vermicomposto proporcionaram valores médios de altura, diâmetro do coleto, número de folhas e índice de clorofila foliar superiores às plantas do tratamento testemunha, cujo suprimento de nutrientes foi realizado exclusivamente pela adubação mineral (Tabela 2).

Aumentos na altura de plantas de tomate induzidos pela utilização de vermicomposto também foram observados por Tejada e Benítez (2014). O incremento observado no presente estudo nas variáveis de crescimento, especialmente altura, diâmetro do coleto e número de folhas nos tratamentos com até 50% de vermicomposto na composição do substrato pode ser atribuído à suplementação de matéria orgânica, uma vez que o vermicomposto caracteriza-se por ser uma matéria orgânica estabilizada, com pH próximo do neutro, com elevada capacidade de retenção de água e disponibilidade de nutrientes (PADMAVATHIAMMA et al., 2008; GÓMEZ-BRANDÓN; DOMÍNGUEZ, 2014).

O índice de clorofila também foi influenciado pela concentração de vermicomposto no substrato. Essa resposta ficou mais evidente para o híbrido Absoluto, onde as concentrações mais elevadas testadas promoveram a produção de plantas com maior teor de clorofila foliar (Tabelas 2 e 3). Diversos estudos têm demonstrado a viabilidade do uso de clorofilômetros no monitoramento do teor de nitrogênio para o manejo da adubação nitrogenada de plantas (XIONG et al., 2015). Segundo os autores isso é possível devido ao teor de clorofila estar diretamente relacionado à presença de nitrogênio na planta e, baseado no fato de ser o nitrogênio um dos principais elementos da estrutura molecular da clorofila.

Por esta razão, pode-se sugerir que a substituição de 40 ou 50% do fertilizante mineral por vermicomposto no substrato disponibilizou maior concentração deste nutriente às plantas.

Foi observado efeito benéfico da utilização de vermicomposto sobre a antecipação das etapas de florescimento e início da frutificação das plantas de tomateiro de ambos os híbridos avaliados. Para o Tinto, aos 48 dias após o transplantio das mudas, apenas 10% das plantas apresentavam inflorescências e nenhuma apresentava frutos no tratamento correspondente à adubação mineral (T1), enquanto que no tratamento referente à adição da maior dose de vermicomposto (T5), 100% das plantas apresentavam inflorescências bem desenvolvidas e 30% já possuíam frutificações (Tabela 3).

Efeito semelhante foi observado no híbrido Absoluto, onde apenas as plantas dos tratamentos T4 e T5 apresentavam frutificações aos 48 dias após o transplantio das mudas. Em relação à presença de inflorescências, os tratamentos T2 e T3 apresentavam 20% das plantas com presença de flores, enquanto que 100% das plantas dos tratamentos T4 e T5 encontrava-se com inflorescências, comparativamente aos 10% do tratamento testemunha, referente à adubação exclusivamente mineral (Tabela 3).

Em avaliações anteriores ao período de colheita, para verificar o efeito dos tratamentos sobre o número de cachos, número e diâmetro dos frutos de tomate verdes por planta, foram observados aumentos significativos do número de cachos, bem como nos valores médios de número total e diâmetro dos frutos presentes em plantas cuja adubação correspondeu à substituição da fertilização mineral por 40 e 50% de vermicomposto em relação ao tratamento testemunha

(100% adubação mineral), para ambos os híbridos Tinto e Absoluto (Tabela 4).

Tabela 4. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), índice de clorofila foliar (ICF) e percentual de plantas com flores e frutos, em resposta a concentrações crescentes de vermicomposto, aos 48 dias após o transplântio das mudas de tomateiro. Média de 10 repetições

Doses de VC	H (cm)	DC (mm)	ICF	% de plantas flores frutos	
Híbrido Tinto					
0%	85,30 b*	7,54 bc	49,63 ab	10	0
10%	88,90 ab	8,40 ab	52,00 a	90	0
20%	94,30 ab	7,31 c	47,27 b	0	0
40%	95,00 a	8,60 a	51,68 a	90	0
50%	88,40 ab	9,31 a	52,98 a	100	30
CV (%)**	8,26	10,12	5,33		
Híbrido Absoluto					
0%	75,90 b	6,73 b	44,73 c	10	0
10%	83,50 ab	8,01 a	47,02 bc	20	0
20%	89,90 a	8,41 a	44,21 c	20	0
40%	88,20 a	8,77 a	52,12 a	100	10
50%	87,10 a	8,85 a	49,97 ab	100	10
CV (%)	9,57	11,54	6,28		

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Coeficiente de variação.

Tabela 5. Dados médios do número de cachos, número e comprimento/diâmetro médio de frutos verdes presentes aos 71 dias após o transplante das mudas de tomateiro dos híbridos Tinto e Absoluto. Média de 10 repetições.

Doses de vermicomposto	Número de cachos	Número de frutos	Comprimento dos frutos
Híbrido Tinto			
0 %	0,86 bc*	1,14 bc	28,11 b
10 %	1,86 b	3,28 b	35,23 a
20 %	0,17 c	0,33 c	19,32 b
40 %	4,0 a	7,28 a	35,32 a
50 %	4,0 a	7,0 a	36,17 a
CV (%)**	36,20	38,18	26,51
Doses de vermicomposto	Número de cachos	Número de frutos	Diâmetro dos frutos
Híbrido Absoluto			
0 %	0,2 b	0,3 b	24,68 b
10 %	1,4 a	0,6 b	27,40 b
20 %	0,67 b	0,92 b	34,18 a
40 %	1,8 a	2,7 a	39,67 a
50 %	2,0 a	2,75 a	35,92 a
CV (%)	29,75	31,18	23,22

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Coeficiente de variação.

Estes resultados que demonstram os benefícios do uso de vermicomposto no cultivo de tomate também podem ser atribuídos à presença de fitormônios e substâncias reguladoras de crescimento vegetal no vermicomposto, os quais agem diretamente na fisiologia das plantas, proporcionando maior crescimento e desenvolvimento. Além

disso, o vermicomposto apresenta grande diversidade de microrganismos, os quais facilitam a assimilação dos nutrientes pelas raízes e atuam na promoção do crescimento vegetal, através da produção de hormônios e enzimas (CABRERA et al., 2007). Por este motivo, o vermicomposto é considerado um bioestimulador do crescimento vegetal e uma excelente base para o estabelecimento de microrganismos simbióticos e não simbióticos benéficos para a planta (MONDAL; DATTA; MONDAL, 2017).

As substâncias húmicas solúveis (ácidos fúlvicos e ácidos húmicos) podem influenciar a disponibilização de nutrientes e o crescimento vegetal (VAUGHAN; MALCOLM, 1985). Em solução podem proporcionar o aumento da absorção de nutrientes devido à ativação da H^+ -ATPase de membrana plasmática (CANELLAS; SANTOS, 2005). As H^+ -ATPase são enzimas transmembranares capazes de hidrolizar ATP, gerando energia e gradiente eletroquímico que está diretamente envolvido em dois mecanismos fundamentais para o desenvolvimento e crescimento vegetal: (a) energização de sistemas secundários de translocação de íons fundamentais para a absorção de macro e micronutrientes, e (b) aumento da plasticidade da parede celular para possibilitar o processo de crescimento e divisão da célula vegetal (HAGER; MENZEL; KRAUSS, 1971). Possivelmente, os efeitos da presença de substâncias húmicas solúveis no substrato de produção do tomateiro sejam os responsáveis pelos incrementos representativos de produtividade observados nos tratamentos correspondentes às doses de 40 e 50% de vermicomposto em substituição parcial à adubação mineral (Tabela 5).

Tabela 6. Massa fresca média (MFM) e massa fresca total por planta (MFT) de frutos maduros de tomate para os híbridos Tinto e Absoluto. Colheitas semanais realizadas no período de 07/01/2015 a 03/03/2015. Média de 12 frutos por tratamento.

Doses de vermicomposto	Híbrido Tinto		Híbrido Absoluto	
	MFM	MFT	MFM	MFT
	----- (g) -----		----- (g) -----	
0 %	74,57c*	202,46 c	98,53 c	278,45 b
10 %	80,54 b	205,32 c	100,14 c	265,43 b
20 %	81,97 b	261,97 b	127,98 b	294,31 b
40 %	83,37 b	274,59 b	117,60 bc	289,18 b
50 %	90,06 a	323,77 a	143,08 a	325,72 a
CV(%)**	20,11	26,32	20,84	27,16

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Coeficiente de variação.

Para ambos os híbridos comerciais de tomateiro, frutos maduros com maiores valores médios de massa fresca foram obtidos nos tratamentos correspondentes às doses de 40 e 50% de vermicomposto, diferindo estatisticamente do tratamento testemunha (Tabela 5). Os dados de massa fresca média dos frutos do híbrido Tinto observados neste trabalho estão de acordo com os dados obtidos por Schwarz et al. (2013), que avaliando a produtividade de diferentes híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro, observaram valores de massa fresca média de 86,0 g fruto⁻¹ para o híbrido Tinto.

Considerando a variável produtividade total de frutos por planta, observou-se que o tratamento correspondente à maior dose de vermicomposto foi superior aos demais, resultando em maior massa fresca total de frutos maduros (Tabela 5).

Para o híbrido Absoluto, a substituição parcial da adubação mineral por 40 e 50% de vermicomposto, além de antecipar o florescimento e a frutificação das plantas (Tabela 3), promoveu a formação do dobro de frutos observados no tratamento testemunha e nos tratamentos correspondentes às doses de 10 e 20% de vermicomposto (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimento médio de frutos (CMF) maduros de tomate híbrido Tinto (mm), número médio de frutos (NMF) colhidos por planta e diâmetro médio de frutos (DMF) maduros de tomate híbrido Absoluto (mm) submetidos a diferentes tratamentos.

Doses de vermicomposto	Híbrido Tinto	Híbrido Absoluto	
	CMF (mm)	NMF	DMF (mm)
0 %	63,87 b*	1,50 b	65,64 a
10 %	62,33 b	1,50 b	60,30 b
20 %	65,47 b	1,30 b	63,42 b
40 %	68,62 a	3,10 a	66,94 a
50 %	69,47 a	3,16 a	67,21 a
CV(%)**	11,87	12,45	15,62

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Coeficiente de variação.

Em relação ao comprimento dos frutos maduros do híbrido Tinto, frutos mais longos foram obtidos nos tratamentos correspondentes às maiores doses de vermicomposto, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Para o híbrido Absoluto, a substituição da fertilização mineral por 40 e 50% de vermicomposto proporcionou frutos com maior diâmetro médio quando

comparados aos frutos obtidos nos tratamentos correspondentes às menores doses de vermicomposto. No entanto, os valores de diâmetro médio dos frutos do híbrido Absoluto cultivados nos tratamentos T4 e T5 não diferiram significativamente dos obtidos no tratamento testemunha (Tabela 6), demonstrando que a disponibilização de nutrientes proporcionada pelas maiores doses de vermicomposto foi equivalente à suplementação pela fertilização mineral.

Ganhos em produtividade resultantes do incremento do teor de matéria orgânica do solo através da aplicação de fertilizantes orgânicos já foram reportados em outros trabalhos para diferentes culturas (LAZCANO et al., 2013). No presente estudo, os resultados mostraram que a substituição de 50% da fertilização mineral por vermicomposto maximizou a produtividade total dos híbridos estudados, aumentando a massa fresca total de frutos maduros para ambas as variedades de tomateiro (Tabela 5).

O modelo de regressão que melhor se ajustou aos resultados de produtividade foi o polinomial de 3ª ordem. Observou-se que o parâmetro número de frutos por planta estabilizou com a substituição parcial da adubação mineral por 40 a 50% de vermicomposto. Já os parâmetros massa fresca média e total de frutos apresentaram incremento até a substituição parcial da adubação mineral com 50% de vermicomposto (Figura 5).

Vários pesquisadores estudaram o efeito da incorporação de material orgânico, associado ou não à adubação mineral, na produção de tomate.

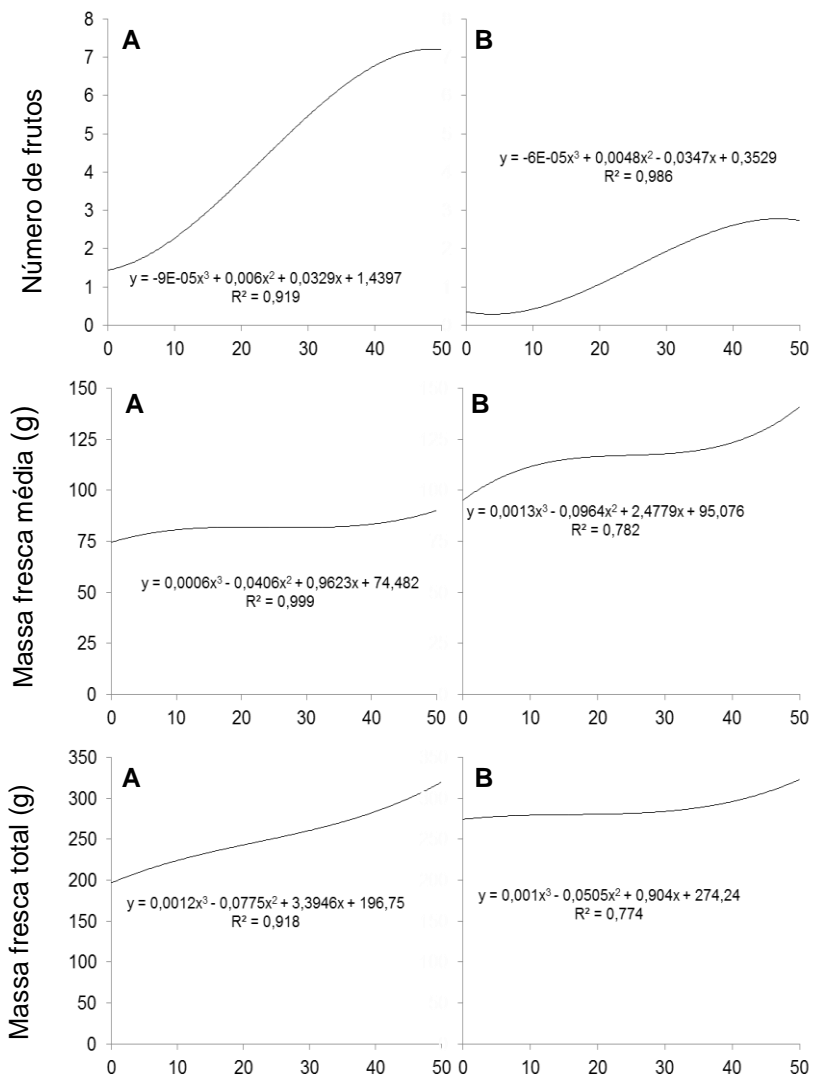


Figura 5. Análise de regressão para os parâmetros número de frutos e massa fresca média e total dos híbridos de tomate (A) Tinto e (B) Absoluto.

Os maiores valores de massa fresca média de frutos foram obtidos a partir de plantas supridas com composto orgânico associado a fertilizantes minerais por pesquisadores na Croácia (PRIBETIC; JURISIC; VLAKETIC, 2000). Ferreira et al. (2006), estudando a qualidade de frutos de tomate em função de doses de nitrogênio e de adubação orgânica, no caso esterco bovino curtido, destacam que a adição de material orgânico ao solo incrementa o nitrogênio necessário à obtenção das máximas produções total, comercial e extra de frutos de tomate (FERREIRA; FERREIRA; FONTES, 2003). Mueller et al. (2013) obtiveram produtividades comerciais para todas as doses de adubo orgânico (cama de aviário) em associação à adubação mineral, não diferindo da adubação exclusiva com fertilizante mineral, o que demonstra que o adubo orgânico, quando associado à complementação com adubação mineral, supre a demanda da cultura pelos macronutrientes primários.

A associação da fertilização inorgânica com a orgânica é uma prática que tem sido aconselhada para restaurar ou preservar a fertilidade do solo e controlar doenças transmitidas pelo solo devido à monocultura contínua (TAO et al., 2015). Os resultados do presente estudo apontam para a viabilidade da combinação de fertilizantes inorgânico e orgânico no cultivo de tomateiro em ambiente protegido.

4 CONCLUSÕES

A substituição de 40 ou 50% da fertilização mineral do tomateiro pela adubação orgânica utilizando vermicomposto proporcionou incrementos nos valores de massa fresca dos frutos de tomate das variedades híbridas Absoluto e Tinto. Além dos ganhos em produtividade, o uso de vermicomposto

antecipou as etapas de florescimento e frutificação em ambos os híbridos de tomateiro avaliados.

Considerando a redução dos custos de produção e os benefícios ambientais proporcionados pela utilização do vermicomposto, a suplementação da adubação mineral do tomateiro com 40 ou 50% de vermicomposto é uma prática recomendável e viável na produção comercial de tomate em ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), que através do Edital Pesquisador Gaúcho de 2013 financiou este trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CABRERA, R. A. D. et al. Perspectiva no manejo alternativo dos citros: do viveiro ao campo. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (ed.). **Minhocas na América Latina: biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. v. 1, p. 525-532.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: L. P. Canellas, G. A. Santos, 2005. 309 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

DINESH, R. et al. Short-term incorporation of organic manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop [Turmeric (*Curcuma longa* L.)]. **Bioresource Technology**, Lucknow, v. 101, n. 12, p. 4697-4702, June 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR, a computer statistical analysis system. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 468-473, jul./set. 2003.

FERREIRA, M. M. M. et al. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 141-145, abr./jun. 2006.

GÓMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Recycling of solid organic wastes through vermicomposting: microbial community changes throughout the process and use of vermicompost as a soil amendment. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, Philadelphia, v. 44, p. 1289-1312, May 2014.

HAGER, A.; MENZEL, H.; KRAUSS, A. Versuche und hypothese zur primaerwirkung des auxins beim streckungswachstum. **Planta**, Bonn, v. 100, n. 1, p. 47-75, Mar. 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). LSPA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2016. 126 p.

LAZCANO, C. et al. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 49, n. 6, p. 723-733, Aug. 2013.

MONDAL, T.; DATTA, J. K.; MONDAL, N. K. Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and bio-chemical traits of mustard crop. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riyadh, v. 16, n. 2, p. 135-144, Apr. 2017.

MUELLER, S. et al. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. **Horticultura Brasileira**, Dois Irmãos, v. 31, n. 1, p. 86-92, jan./mar. 2013.

OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. F. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, p. 79-86, ago. 2013. (Caderno, 2).

PADMAVATHIAMMA et al. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. **Bioresource Technology**, Lucknow, v. 99, n. 6, p. 1672-1681, Apr. 2008.

PHALAN, P.; ONIAL, M.; BALMFORD, A. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. **Science**, Washington, v. 333, n. 6047, p. 1289-1291, Sept. 2011.

PRIBETIC, D.; JURISIC, M.; VLAKETIC, I. Tomato yield depending on fertilization. **Agronomski Glasnik**, Zagreb, v. 62, n. 5-6, p. 345-356, 2000.

RAVINDRAN, B. et al. Influence of microbial diversity and plant growth hormones in compost and vermicompost from fermented tannery waste. **Bioresource Technology**, Lucknow, v. 217, p. 200-204, Oct. 2016.

SCHWARZ, K. et al. Desempenho agronômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 3, p. 410-418, jul./set. 2013.

TAO, R. et al. Supplementing chemical fertilizer with an organic component increases soil biological function and quality. **Applied Soil Ecology**, Innsbruck, v. 96, p. 42-51, Nov. 2015.

TEJADA, M.; BENÍTEZ, C. Application of vermicomposts and compost on tomato growth in greenhouses. **Compost Science & Utilization**, Ohio, v. 23, n. 2, p. 94-103, Dec. 2014.

VAUGHAN, D.; MALCOLM, R. E. Influence of humic substances on growth and physiological process. In: VAUGHAN, D.; MALCOLM, R. E. (ed.). **Soil organic matter and biological activity**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1985. p. 37-75.

XIONG, D. et al. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. **Scientific Reports**, v. 5, n. 13389, p. 1-12, Aug. 2015.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
Porto Alegre - RS - CEP 90150-004
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa