APLICAÇÃO VIA FERTIRRIGAÇÃO E FOLIAR DE BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE TOMATE CULTIVADO A CAMPO

Jéssica Zucatti¹, Lucas Batalhon², Leandro Hahn³

1. Engenheira Agrônoma. Produtora rural. E-mail: jessicazucatti@yahoo.com.br
2. Engenheiro Agrônomo, Estudante de Mestrado em Produção Vegetal. CAV-UDESC.
3. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, EPAGRI/Estação Experimental de Caçador, Professor Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Uniarp, SC – Brasil.

Recebido em: 15/08/2020 – Aprovado em: 15/09/2020 – Publicado em: 30/09/2020
DOI: 10.18677/EnciBio_2020C7

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar bioestimulantes comerciais aplicados via fertirrigação e foliar em tomate tutorado cultivado a campo. Os experimentos foram conduzidos a campo nas safras agrícolas 2017/2018 e 2018/2019 em lavouras comerciais com tomate híbrido Paronset. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Testou-se cinco tratamentos com bioestimulantes comerciais formulados com aminoácidos, ácidos húmicos e extrato de algas aplicados via fertirrigação e foliar, e um tratamento testemunha, sem aplicação. Foram avaliados o rendimento de frutos nas classes comerciais e não-comerciais de tomate, a massa média de frutos e a incidência de distúrbios fisiológicos. Na safra 2017-2018, em todos os tratamentos compostos pelos produtos A, B e C e a combinação dos produtos A e B ocorreu aumento da produção comercial em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram verificados na safra 2018-2019, com destaque para o tratamento com o Produto B (0,5 mL planta⁻¹), o qual aumentou em 28,4% a produção em comparação à testemunha. Nas duas safras observou-se aumento da massa média e do número de frutos por planta em tratamentos com bioestimulantes. Conclui-se que os bioestimulantes comerciais formulados com aminoácidos, ácidos húmicos e extrato de algas aumentam a produção de tomate e representam uma opção de grande viabilidade para aumento da eficiência produtiva do tomate cultivado a campo, especialmente pela mitigação de estresses abióticos e bióticos.

PALAVRAS-CHAVE: bioestimulação; *Lycopersicum esculentum* Mill., nutrição mineral,

APPLICATION VIA FERTIRRIGATION AND FOLIAR OF BIOESTIMULANTS IN THE PRODUCTION OF TOMATO CULTIVATED AT FIELD

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate commercial biostimulants applied via fertigation and foliar in tutored tomatoes grown at field. The experiments were carried out in the 2017/2018 and 2018/2019 growing season in commercial field with the hybrid tomato Paronset. The treatments were distributed in a randomized block design, with four repetitions. Five treatments were tested with commercial biostimulants formulated with amino acids, humic acids and seaweed extract applied via fertigation and foliar, and a control treatment, without application. Fruit yield in the commercial and non-

commercial tomato classes, the average fruit mass and the incidence of physiological disorders were evaluated. In the 2017-2018 growing season, all treatments composed of products A, B and C and the combination of products A and B increased commercial production in relation to the control. Similar results were observed in the 2018-2019 growing season, highlighting the treatment with Product B (0.5 mL plant⁻¹), which increased production by 28.4% compared to the control. In both growing season there was an increase in mass and number average of fruits per plant in treatments with biostimulants. It is concluded that commercial biostimulants formulated with amino acids, humic acids and seaweed extract increase tomato production and represent a highly viable option for increasing the productive efficiency of tomatoes grown at field, especially by mitigating abiotic and biotic stresses.

KEYWORDS: *Lycopersicum esculentum* Mill., mineral nutrition, bioestimulation.

INTRODUÇÃO

O cultivo do tomate gera emprego e renda para pequenos e grandes produtores, porém, essa atividade requer alto custo de implantação, necessitando de grande investimento financeiro para aquisição de insumos, agrotóxicos e mão de obra (CEPEA-ESALQ/USP, 2019). Em seu ciclo, a cultura está sujeita a inúmeros estresses de ordem biótica e abiótica, os quais reduzem o rendimento e qualidade da produção. Deste modo, precisa-se melhorar de forma eficiente a nutrição das plantas e aumentar a resistência das plantas aos estresses para obtenção máxima da produtividade do tomateiro, viabilizando a atividade. Neste cenário, a aplicação de bioestimulantes pode ser uma solução tecnológica promissora e sustentável, com um aumento de interesse global (ROUPHAEL et al., 2017). O mercado global em 2021 é estimado em cerca de US \$ 2,81 bilhões, com crescimento médio de 10,2% de 2017 a 2025 (ZION MARKET RESEARCH, 2020).

Bioestimulantes são definidos como substâncias (ácidos húmicos, proteína e extratos de algas marinhas) e/ou inoculantes microbianos (micro-organismos que promovem crescimento de plantas) aplicados em plantas com o objetivo de melhorar a resiliência da planta e melhorar a absorção e translocação de nutrientes (PASCALE et al., 2017). Estas substâncias possuem ação de revigorar o sistema natural de defesa do tomateiro, tornando o mesmo resistente a fatores abióticos e bióticos, estimulando o organismo da planta a se recuperar de danos provenientes de estresses provocados por fatores ambientais (YAKHIN et al., 2017).

Novos produtos comerciais formulados com bioestimulantes têm sido desenvolvidos para satisfazer as exigências nutricionais do tomateiro e promover sua estimulação. No entanto, poucos testes locais e regionais para comprovar a eficiência destes produtos têm sido conduzidos pela pesquisa. Diante dessa lacuna de pesquisa, o trabalho objetivou avaliar a eficiência de bioestimulantes aplicados via fertirrigação e foliar no tomate cultivado a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas safras de 2017/2018 numa lavoura localizada no município de Caçador-SC (920 m de altitude), e em 2018/2019 numa lavoura localizada no município de Macieira-SC (980 m de altitude). O clima predominante da região, de acordo com Köppen, é mesotérmico úmido, tipo Cfb, com verões frescos e chuvas bem distribuídas durante o ano, totalizando cerca de 1.707 mm

anuais, sendo que na estação do verão a média de pluviosidade é de 137,8 mm. Os solos dos dois experimentos foram caracterizados antes da implantação do experimento (Tabela 1). Dados climáticos foram obtidos em estação meteorológica distante cerca de 2,0 km dos experimentos.

TABELA 1 - Atributos químicos dos solos utilizados nos experimentos.

Safras	Argila ----- % -----	MO -----	pH H ₂ O	P --- (mg dm ⁻³) ---	K ---	Ca -- cmol _c dm ³) --	Mg --
2017/2018	47,3	3,8	6,1	11,2	155,5	13,3	4,9
2018/2019	36,0	8,73	5,8	9,46	249,74	8,76	3,2

Nas duas safras os tratamentos foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Constituíram-se quatro tratamentos com aplicação isolada e combinada dos produtos comerciais A e B, além de um tratamento com o produto C, e uma testemunha, sem aplicação. A composição dos produtos bioestimulantes testados é descrita na Tabela 2. Os tratamentos foram: T1 = Produto A (1,0 mL/planta), T2= Produto B (0,5 mL/planta), T3= Produto A (1,0 mL/planta) e Produto B (0,5 mL/planta), T4= Produto A (0,750 mL/planta) e Produto B (0,375 mL/planta), T5= Produto C (3 L/ha), T6: testemunha, sem aplicação.

As doses, combinação de produtos e o modo de aplicação foi proposto pelas empresas detentoras dos produtos. As aplicações dos produtos A e B, constituintes dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, iniciaram aos 45 dias após transplante das plantas (DAT). Os produtos foram divididos em quatro doses iguais, e aplicados via fertirrigação em intervalos de sete dias. O produto C (T5), foi dividido em 10 doses iguais e dividido em uma aplicação nas mudas, uma aplicação via fertirrigação e oito aplicações via foliar. Na bandeja de mudas, antes do transplante, 3,0 mL do produto foram diluídos em 10,0 L de água e aplicado manualmente com irrigador. Após o transplante, aos 10 DAT, a aplicação do produto foi realizada via fertirrigação, conforme descrito anteriormente. A partir de 45 DAT até 90 DAT, realizou-se oito aplicações foliares manualmente com pulverizador costal a cada 15 dias. Nas duas primeiras aplicações, o volume de calda foi 500 L ha⁻¹, e nas demais foi com 1.000 L ha⁻¹.

Nos dois experimentos, o híbrido foi Paronset, transplantado nos dias 07/10/2017 e 17/10/2018. No experimento da safra 2017/2018 o espaçamento foi de 1,1 m entre filas duplas, 1,1 m entre ruas e 0,6 m entre plantas, totalizando 15.100 plantas ha⁻¹. No plantio, aplicou-se 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo (350 kg ha⁻¹) e fertilizante formulado 09-33-12 (570 kg ha⁻¹). Via fertirrigação, aplicou-se 600 kg ha de N na forma de nitrato de amônio e 600 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, de acordo com recomendações da Epagri (2016).

Na safra 2018/2019 utilizou-se o espaçamento de 1,2 m entre filas duplas, 1,2 m entre ruas e 0,6 m entre plantas, totalizando 8.500 plantas ha⁻¹. No plantio, aplicou-se 500 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo (1080 kg ha⁻¹) e fertilizante formulado 03-27-15 (1000 kg ha⁻¹), respectivamente. Em todo ciclo foram aplicados 600 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e 417 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, de acordo com recomendações de Epagri (2016). Tanto o N e o K foram aplicados via fertirrigação semanalmente de acordo com a curva de absorção de nutrientes do híbrido. O manejo de condução e controle fitossanitário de ambos os experimentos foram de acordo com as recomendações de Epagri (2016).

TABELA 2 – Composição dos produtos utilizados nos experimentos.

Tratamentos ¹	Composição
Produto A	Nitrogênio total (N) 3,0% (37,2 g L ⁻¹); N orgânico (N) 1,0% (12,4 g L ⁻¹); N ureico 2,0% (24,8 g L ⁻¹); K ₂ O solúvel em água 8,0% (99,2 g L ⁻¹); carbono orgânico (C) de origem biológica 8% (99,2 g L ⁻¹); ferro (Fe) solúvel em água 0,02% (0,25 g L ⁻¹); Fe quelatado com EDDHSA 0,02% (0,25 g L ⁻¹). Compostos bioestimulantes: polissacarídeos, polipeptídios, aminoácidos, ácidos húmicos, precursores dos hormônios e complexos vitamínicos.
Produto B	Nitrogênio total (N) 3,0% (38,7 g L ⁻¹); N orgânico (N) 1,0% (12,9 g L ⁻¹); N ureico 2,0% (25,8 g L ⁻¹); K ₂ O solúvel em água 7,0% (90,3 g L ⁻¹); carbono orgânico (C) de origem biológica 12% (154,8 g L ⁻¹); ferro (Fe) solúvel em água 0,5% (6,45 g L ⁻¹); Fe quelatado com EDDHSA 0,5% (6,45 g L ⁻¹); zinco (Zn) solúvel em água 0,08% (1,03 g L ⁻¹); Zn quelatado com EDTA 0,08% (1,03 g L ⁻¹). Compostos bioestimulantes: betaína, ácido algínico e caidrina.
Produto C	Compostos insolúveis (<0,5%), pH 8,0, matéria seca (29%), matéria orgânica (13-16%), minerais (13-16%). Compostos biostimulantes: Extrato de alga marinha <i>Ascophyllum nodosum</i> .

¹ Informações obtidas nos sites das empresas fornecedoras dos produtos.

Em ambos os experimentos as parcelas foram constituídas por 14 plantas distribuídas em duas fileiras de plantas, sendo avaliadas as dez plantas centrais e as quatro restantes foram designadas plantas de bordadura. As plantas de tomate foram conduzidas em haste dupla.

O número e a massa de frutos em ponto de colheita foram obtidos duas vezes por semana e classificados em comerciais e não-comerciais. Frutos comerciais foram classificados em: extra AA (massa superior a 150 g) e extra A (massa entre 100 e 150 g) e frutos não-comerciais classificados em miúdos (massa menor que 100 g) e com presença de anomalias fisiológicas (lóculos abertos e podridão apical), doenças fitopatológicas e com danos de insetos-praga. A massa média dos frutos comerciais também foi calculada.

Para avaliação dos resultados foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Todos os procedimentos foram implementados usando o programa “R”, versão 3.0.3 (TEAM RDC, 2014) ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima nas safras 2017/2018 (Figura 1) e 2018/2019 (Figura 2), de um modo geral, foi favorável ao cultivo do tomate. No entanto, verificou-se alguns períodos com condições climáticas que promoveram estresses com efeitos negativos sobre o crescimento das plantas, produção e qualidade dos frutos. Na safra 2017/2018 ocorreram dias com temperaturas mínimas próximas de 1,0 °C nos meses de outubro e novembro de 2017, nos quais as plantas estavam na fase de crescimento vegetativo e início da fase reprodutiva. Na condição de baixas temperaturas, ocorre diminuição da taxa fotossintética (FOYER et al., 1995).

Na safra 2018/2019 foram verificadas temperaturas máximas que ultrapassaram 30,0 °C nos meses de dezembro de 2018 e janeiro, fevereiro e março de 2019 e períodos com elevada precipitação pluviométrica, como verificado no mês de janeiro de 2019. Altas temperaturas podem resultar em abortamento dos frutos e/ou de flores (MARCELIS et al., 2004). Longos períodos de molhamento foliar pelas sucessivas chuvas, propiciaram a doença podridão mole, causada por *Erwinia* spp. Os frutos ficam com aparência de bolsa da água, em consequência disso, se tornam impróprios para a comercialização e consumo (MARCUIZZO; BECKER, 2016). A partir dos estresses bióticos e abióticos aos quais plantas de tomate são expostos, pode-se observar a capacidade de bioestimulantes em promover uma maior resistência das plantas, com aumento da eficiência produtiva (YAKHIN et al., 2017).

FIGURA 1 - Temperatura mínima, média e máxima e precipitação pluviométrica na safra 2017/2018.

Fonte: os autores.

FIGURA 2 – Temperatura mínima, média e máxima e precipitação pluviométrica na safra 2018/2019.

Fonte: os autores.

A produção comercial de tomate, que é a soma da produção de extra AA e extra A, aumentou nas duas safras com aplicação dos bioestimulantes (Tabela 3). Na safra 2017-2018, em todos os tratamentos compostos pelos produtos A, B e C e a combinação dos produtos A e B aumentou a produção comercial em relação à testemunha. O maior aumento (18,7%) em relação à testemunha foi observado com aplicação do Produto A (0,75 mL planta⁻¹ e Produto B (0,375 mL planta⁻¹). Neste tratamento, em conjunto com a aplicação do Produto C, observou-se aumento da produção de tomates extra AA, os de maior valor comercial.

TABELA 3. Produção comercial nas classes de comercialização, descarte e total e massa média de frutos de tomate com aplicações de bioestimulantes.

massa média de frutos de tomate com aplicações de bioestimulantes.								
Tratamentos	----- Produção -----					----- Massa média -----		
	Extra AA	Extra A	Descarte	Comercial	Total	Comercial	Extra AA	Extra A
	----- Mg ha ⁻¹ -----					----- g fruto ⁻¹ -----		
Safra 2017/2018								
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹)	56,8 ab	6,3 ns	5,1 ns	63,1 a	68,3 ab	160,6 b	168,4 ab	116,3 ns
Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	53,1 ab	8,7	4,5	61,8 a	66,3 a	164,4 a	175,0 a	121,2
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	56,1 ab	5,9	2,9	62,0 a	64,9 ab	163,4 ab	172,7 a	108,6
Produto A (0,75 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,375 mL planta ⁻¹)	58,5 a	8,2	3,7	66,7 a	70,4 a	157,9 ab	166,5 ab	114,1
Produto C (3,0 L ha ⁻¹)	61,7 a	4,6	4,6	66,4 a	71,0 a	164,9 a	171,5 a	109,4
Testemunha	49,5 b	6,7	3,9	56,2 b	60,1 b	156,2 b	165,8 b	110,1
CV (%)	10,83	33,44	37,14	11,55	11,11	1,26	2,66	10,53
Safra 2018/2019								
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹)	23,5 ab	15,0 b	4,1 ns	38,5 ab	41,3 b	151,7 ab	174,3 ns	124,8 ns
Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	29,0 a	18,0 a	2,9	47,0 a	50,0 a	155,2 a	174,5	123,8
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	27,3 a	16,3 ab	3,5	43,6 a	46,5 ab	144,4 ab	169,9	120,5
Produto A (0,75 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,375 mL planta ⁻¹)	24,5 ab	17,2 ab	2,8	41,7 a	40,5 b	154,8 a	177,6	128,2
Produto C (3,0 L ha ⁻¹)	27,3 a	17,0 ab	4,	44,4 a	48,7 a	150,2 b	173,4	126
Testemunha	20,8 b	15,9 b	3	36,6 b	41,5 b	156,1	178,3	119,2
CV (%)	22,2	11,4	4,9	13,1	12,0	3,12	3,72	3,66

Letras diferentes entre tratamentos representam diferenças significativas (Tukey, P<0,05).

Na safra 2018-2019, a produção comercial somente não foi aumentada com a aplicação do Produto A (1,0 mL planta⁻¹), com destaque para o tratamento com o Produto B (0,5 mL planta⁻¹), o qual aumentou em 28,4% a produção em comparação à testemunha. A aplicação do tratamento com os Produtos B (0,5 mL planta⁻¹) e do tratamento Produto A (1,0 mL planta⁻¹) + Produto B (0,5 mL planta⁻¹) promoveu o aumento dos frutos extra AA.

O aumento da produção comercial pode estar associado ao aumento da massa média dos frutos (Tabela 3), bem como ao aumento do número de frutos por planta (Tabela 4). Verifica-se que ambas variáveis foram influenciadas pelos tratamentos com bioestimulantes.

TABELA 4 - Número de frutos nas diferentes classes comerciais e não-comerciais de tomate com aplicações de bioestimulantes.

Tratamentos	Extra AA	Extra A	Miúdos	Descarte	Comercial	Insetos	Doentes	Lóculos Abertos	Podridão Apical	Total
Número ha ⁻¹ (X 1.000)										
Safr 2017/2018										
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹)	337,8 ab	71,5 ns	36,7 ns	50,7 ns	393,3 ab	0,1 ns	1,3 ns	11,3 ns	1,3 ns	444,0 ns
Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	308,4 ab	102,7	32,9	49,0	388,1 ab	0,6	0,9	12,3	2,2	437,1
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	324,4 ab	69,8	25,5	36,8	378,7 ab	1,6	1,2	6,0	2,5	415,4
Produto A (0,75 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,375 mL planta ⁻¹)	351,2 a	91,8	19,1	39,0	422,4 a	1,4	0,9	15,9	1,7	461,4
Produto C (3,0 L ha ⁻¹)	359,8 a	42,5	20,8	39,0	402,3 ab	1,3	1,8	13,3	1,8	441,2
Testemunha	297,5 b	79,7	34,4	52,7	359,4 b	3,5	0,6	9,3	4,9	412,1
CV (%)	10,37	35,96	41,13	25,51	12,26	124,89	115,41	33,37	69,24	11,38
Safr 2018/2019										
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹)	131,5 a	117,5 ns	21,1 b	8,1 b	249,0 ab	4,1 ns	1,1 ns	2,8 ns	0,1 ns	278,1 b
Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	161,1 a	143,9	23,9 b	8,6 b	305,0 a	5,5	0,6	2,3	0,2	337,5 a
Produto A (1,0 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,5 mL planta ⁻¹)	152,9 a	129,1	25,1 ab	6,4 b	282,0 a	3,9	0,2	2,1	0,2	313,5 ab
Produto A (0,75 mL planta ⁻¹) e Produto B (0,375 mL planta ⁻¹)	136,1 a	137,8	35,0 ab	6,6 b	273,8 a	3,3	0,4	1,0	0,2	313,8 ab
Produto C (3,0 L ha ⁻¹)	155,4 a	136,8	37,2 ab	8,2 b	292,2 a	4,7	0,3	3,1	0,2	337,7 a
Testemunha	118,2 b	125,8	43,2 a	12,9 a	244,0 b	5,1	0,8	3,2	0,8	300,1 b
CV (%)	21,1	11,9	30,1	60	11,1	73,9	155,5	85,2	264,9	9,0

Letras diferentes entre tratamentos representam diferenças significativas (Tukey, P<0,05).

Na safra 2017/2018, a aplicação do Produto B (0,5 mL planta⁻¹) e Produto C (3,0 L ha⁻¹) aumentou a massa média de frutos comerciais e Extra AA em relação à testemunha (Tabela 3). A combinação do Produto A (1,0 mL planta⁻¹) e Produto B (0,5 mL planta⁻¹) também aumentou a massa média de frutos extra AA. Já na safra 2018/2019, o aumento na massa média de frutos comerciais foi verificado nos tratamentos com Produto B (0,5 mL planta⁻¹) e Produto A (0,75 mL planta⁻¹) + Produto B (0,375 mL planta⁻¹), porém, sem efeito na massa média de frutos extra AA e A.

Os dois tratamentos que apresentaram aumento da produção de frutos extra AA na safra 2017/2018, Produto A (0,75 mL planta⁻¹) + Produto B (0,375 mL planta⁻¹) e Produto C (3,0 L/ha), foram também os que apresentaram o maior número de frutos dessa classe (Tabela 4). O aumento representa 53,7 mil e 62,3 mil frutos ha⁻¹ a mais em relação à testemunha, para estes tratamentos, respectivamente. Considerando uma população de 15.100 plantas ha⁻¹, a aplicação de Produto A (0,75 mL planta⁻¹) +

Produto B ($0,375 \text{ mL planta}^{-1}$) aumentou em média 3,56 frutos extra AA e por planta e o Produto C ($3,0 \text{ L ha}^{-1}$), 4,13 frutos dessa categoria.

Na safra 2018/2019, todos os tratamentos aumentaram o número de frutos extra AA e comercial e diminuíram o número de frutos descarte em relação à testemunha (Tabela 4). A aplicação isolada dos Produto B ($0,5 \text{ mL planta}^{-1}$) e Produto C ($3,0 \text{ L ha}^{-1}$), inclusive aumento o número total de frutos. Como não houve efeito dos tratamentos sobre a incidência de frutos com lóculos abertos, podridão apical e frutos doentes e atacados por insetos, os quais compõem junto com os frutos miúdos a classe de frutos não-comercial (descarte) a diminuição de frutos dessa categoria com aplicação de bioestimulantes deu-se pelo aumento da massa dos frutos. Inclusive, Produto A ($1,0 \text{ mL planta}^{-1}$) e Produto B ($0,5 \text{ mL planta}^{-1}$) diminuíram o número de frutos miúdos.

No presente experimento, demonstra-se efeitos positivos sobre parâmetros produtivos do tomate com uso de formulações comerciais com bioestimulantes. Os benefícios de seu uso, tanto via fertirrigação quanto via foliar, ocorreram mesmo com o cultivo das plantas de tomate em solo fértil (Tabela 1) e otimização no fornecimento de nutrientes via fertirrigação.

Os efeitos positivos são decorrentes da ação de inúmeros mecanismos de estimulação, capazes de melhorar a eficiência de absorção, translocação de nutrientes, qualidade do produto e tolerância ao estresse abiótico (PASCALE et al., 2017). Quando as plantas são expostas à deficiência nutricional resultante de baixas teores de nutrientes no solo ou à baixa solubilidade dos nutrientes na solução do solo, os usos de bioestimulantes vegetais melhoraram a disponibilidade de nutrientes para absorção de plantas. O aumentando da capacidade de troca catiônica do solo (redução da lixiviação de nutrientes, especialmente em solos arenosos) melhora a solubilidade de nutrientes na solução do solo (PASCALE et al., 2017).

Os produtos A e B podem ser aplicados de forma isolada ou combinada nas plantas, pois todos os tratamentos apresentaram efeitos semelhantes na produção. Além da composição dos dois produtos com nutrientes, o produto A possui como elementos bioestimulantes polissacarídeos, polipeptídios, aminoácidos, ácidos húmicos, precursores dos hormônios e complexos vitamínicos; já o Produto B, é composto por betaína, ácido algínico e caidrina de origem de extrato de algas (Tabela 2).

A bioestimulação de tomate pelos compostos presentes nos produtos A e B é bem descrita na literatura. Ácidos húmicos obtidos em vermicompostagem aplicados via foliar aumentaram o rendimento de frutos de 44 a 80% e diminuíram a incidência de *Phytophthora infestans*, agente causada da requeima (OLIVARES et al., 2015). Os mesmos autores observaram o aumento de moléculas que aliviam o estresse quando as plantas receberam aplicação de ácidos húmicos. Observou-se aumento de 68 a 436% na fotossíntese líquida em estágios vegetativos do tomate e aumento dos teores de açúcar em frutos com uso de ácidos húmicos em tomate hidropônico (HAGHIGHI; SILVA, 2013).

Plantas de tomate que receberam ácidos húmicos submetidas a estresse hídrico aumentaram a biomassa e o desenvolvimento de raízes (PETROZZA et al., 2013a). Aminoácidos aplicados em tomate cultivado em estufa tiveram efeitos positivos sobre o rendimento de frutos, porém, a resposta da aplicação via raízes ou via foliar é dependente do nível de fertilização no plantio (KOUKOUNARAS et al., 2013). Por fim, a aplicação foliar de um bioestimulante formulado com citocinina a partir de extrato

vegetal foi efetivo em promover o crescimento, a produção e a qualidade de frutos de tomate (YASMEEN, et al., 2014).

O produto C é formulado com algas marinhas do gênero *Ascophyllum nodosum*, as quais têm demonstrado estimulação ao crescimento e produção do tomate em inúmeras publicações. O extrato de algas marinhas presente neste tratamento é uma mistura complexa de compostos como polissacarídeos, ácidos graxos, vitaminas, fitohormônios e nutrientes minerais (BATTACHARYYA et al., 2015). Mesmo que aplicados em pequenas quantidades extrato destas algas tem efeito positivo sobre o crescimento vegetal (CRAIGIE, 2011), aumentado o vigor e a germinação de sementes de tomate, pimenta, berinjela e cevada (DEMIR et al., 2006). Adicionalmente, verificou-se aumento da parte aérea e da relação raízes/parte aérea (VERNIERI et al. 2002; PETROZZA et al., 2013b), aumento da eficiência do uso de água e da absorção de nutrientes (PETROZZA et al., 2013b), da resistência a doenças (FEATONBY-SMITH; VAN-STADEN, et al., 1983) e mitigação de estresses ambientais como seca, salinidade e geadas (NABATI et al., 1994).

CONCLUSÕES

Conclui-se que os bioestimulantes comerciais formulados com aminoácidos, ácidos húmicos e extrato de algas aumentam a produção comercial de tomate pelo aumento da massa média de frutos e número de frutos por planta. Bioestimulantes representam uma opção de grande viabilidade para aumento da produtividade do tomate cultivado a campo, especialmente pela mitigação de estresses abióticos e bióticos.

REFERÊNCIAS

BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M.Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulture**, v. 196, p. 39-48. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>.

CEPEA-ESALQ/USP. **Custo de produção de tomate em Caçador (SC), pequena e larga escala**. Piracicaba-SP: Cepea-Esalq/Usp, v.18, n.190, p. 4-17, 2019. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/edicao-de-junho-custos-das-hortalicas-sobem-mas-rentabilidade-e-boa-em-2019.aspx>. Acesso em: 13-08-2020.

CRAIGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 371-393, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

DEMIR, N.; DURAL, B.; YOLDIRIM, K. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. **Journal of Biological Science**, v.6, p.1130-1133, 2006. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=jbs.2006.1130.1133>. DOI: 10.3923/jbs.2006.1130.1133.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Sistema de produção integrada para tomateiro tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. 151p.

FEATONBY-SMITH, B.C.; VAN-STADEN J. The effect of seaweed concentrate on the growth of tomatoes in nematode infested soil. **Scientia Horticulture**, v. 20, p. 137-146, 1983. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(83\)90134-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(83)90134-6). DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(83\)90134-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(83)90134-6).

FOYER, C.H.; CHAUMONT, M.; MURCHIE, E.; GALTIER, N.; FERRARIO, S. End-product modulation of carbon partitioning with view to improved biomass production **Carbon partitioning and source-sink interactions in plants**. MADORE, M.A; LUCAS, W.J. (Eds.), Rockville: American Society of Plant Physiology, p. 45-55, 1995.

HAGHIGHI, M.; SILVA, J.A.T. Amendment of hydroponic nutrient solution with humic acid and glutamic acid in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 59, p. 642–648, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00380768.2013.809599>.

KOUKOUNARAS, A., TSOUVALTZIS, P.; SIOMOS, A.S. Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, p. 644–648, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1234/4.2013.4387>. DOI: <https://doi.org/10.1234/4.2013.4387>.

MARCELIS, L.F.M.; HEUVELINK, E.; BAAN L.R.; HOFMAN-EIJER, J. DEN BAKKER, L. B. XUE. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 406, p. 2261-2268, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh245>. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh245>.

MARCUZZO, L. L.; BECKER, F. W. Manejo das principais doenças bacterianas. In: BECKER, W.F. et al. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, p.85-95. 2016.

NABATI, D.A.; SCHMIDT, R.E.; PARRISH, D.J. Alleviation of salinity stress in Kentucky bluegrass by plant growth regulators and Iron. **Crop Science**, v. 34, p. 198-202, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400010035x>. DOI: [10.2135/cropsci1994.0011183X003400010035x](https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400010035x).

OLIVARES, F.L., AGUIAR, N.O.; ROSA, R.C.C.; CANELLAS, L.P. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. **Scientia Horticulture**, v. 183, p. 100-108, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.012>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.012>

PASCALE, S. De.; ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. **European Journal of Horticultural**

Science, v. 82, n. 6, p. 277-285, 2017. Disponível em: <https://www.pubhort.org/ejhs/82/6/2/index.htm>. DOI: 10.17660/eJHS.2017/82.6.2.

PETROZZA, A.; SUMMERER, S.; DI TOMMASO, G.; DI TOMMASO, D.; PIAGGESI, A. An evaluation of tomato plant root development and morpho-physiological response treated with VIVA® by image analysis. **Acta Horticulturae**, v. 1009, p. 155-159, 2013a. Disponível em: https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrar=1009_19. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.19.

PETROZZA, A.; SUMMERER, S.; DI TOMMASO, G.; DI TOMMASO, D.; PIAGGESI, A. Evaluation of the effect of Radifarm® treatment on the morpho-physiological characteristics of root systems via image analysis. **Acta Horticulturae**, v. 1009, p. 149-153, 2013b. Disponível em: https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrar=1009_18. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.18.

ROUPHAEL, Y.; DE MICCO, V.; ARENA, C.; RAIMONDI, G.; COLLA, G.; DE PASCALE, S. Effect of *Ecklonia maxima* seaweed extract on yield, mineral composition, gas exchange and leaf anatomy of zucchini squash grown under saline conditions. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, p. 459-470, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0937-x>. DOI: 10.1007/s10811-016-0937-x.

TEAM RDC. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria, 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em 05/11/2017.

VERNIERI, P.; MALORGIO, F.; TOGNONI, F. Use of biostimulants in production of vegetable seedlings. **Culture Protette**, v. 31, p. 75-79, 2002. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IT2003061996>.

YAKHIN, O.I.; LUBYANOV, A.A.; YAKHIN, I.A.; BROWN, P.H. Biostimulants in plant science: A global perspective. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 01-32, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>. DOI: 10.3389/fpls.2016.02049.

YASMEEN, A.; NOUMAN, W.; BASRA, S.M.A.; WAHID, A.; REHMAN, H.; HUSSAIN, N.; AFZAL, I. Morphological and physiological response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to natural and synthetic cytokinin sources: a comparative study. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, p. 3147-3155, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1662-1>. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1662-1>.

ZION MARKET RESEARCH. Biostimulants market by active ingredient (humic acids, fulvic acids, seaweed, microbials, trace minerals, vitamins, and amino acids), by application method (foliar, soil, and seed), by crop type (row crops, fruits & vegetables, turfs & ornamentals, other crops) - global industry perspective, comprehensive analysis, and forecast, 2015 – 2021., 2020. Disponível em <https://www.zionmarketresearch.com/report/biostimulants-market>. Acesso em 11-08-2020.