

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE
TOMATEIRO EM RESPOSTA A BIOESTIMULANTES**

Autora: Carla Geovanna Caixeta Issa

Orientador (a): Nadson de Carvalho Pontes

Coorientadores (a): Alexandre Igor de Azevedo Pereira

Muza do Carmo Vieira

MORRINHOS-GO

2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS PRÓ-REITORIA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE TOMATEIRO EM
RESPOSTA A BIOESTIMULANTES**

Autora: Carla Geovanna Caixeta Issa

Orientador (a): Nadson de Carvalho Pontes

Coorientadores (a): Alexandre Igor de Azevedo Pereira

Muza do Carmo Vieira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração Olericultura.

MORRINHOS-GO

2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

I86d Issa, Carla Geovanna Caixeta
Desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro em resposta a bioestimulantes / Carla Geovanna Caixeta Issa; orientador Nadson de Carvalho Pontes; co-orientadora Muza do Carmo Vieira. -- Morrinhos, 2021.
34 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Olericultura) -- Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, 2021.

1. Solanum lycopersicon L.. 2. promoção de crescimento. 3. enraizadores. I. Pontes, Nadson de Carvalho, orient. II. Vieira, Muza do Carmo, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÃO TÉCNICA NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

- Profissional de Educação do IF Goiano -

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, e manual sobre a Produção Técnica, publicado pela DAV/CAPES/MEC*, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada eletronicamente abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnica - DAV/CAPES

- Editoria Material Didático
 Curso de Formação Profissional Projetos de Extensão à Comunidade
 Relatório Técnico Conclusivo Atividade Técnica/Tecnológica
 Disseminação do Conhecimento Produto Bibliográfico Técnico/Tecnológico
 Outras Produções Técnicas - Tipo: Dissertação de Mestrado

Nome Completo do/a Discente, Autor/a: Carla Geovanna Caixeta Issa

Matrícula: 2019104330410055

Título do Trabalho:

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE TOMATEIRO EM RESPOSTA A BIOESTIMULANTES

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim

Justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 21/06/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro e/ou artigo? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a docente e/ou autor/a declara que:

1 - o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

2 - obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

3 - cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cidade, 21 de junho de 2021.

(Assinado Eletronicamente)

Carla Geovanna Caixeta Issa

Matrícula: 20191043304I0055

(Assinatura do Discente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

(Assinado Eletronicamente)

Nadson de Carvalho Pontes

1940043

(Assinatura do Docente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

Documento assinado eletronicamente por:

- Carla Geovanna Caixeta Issa, 20191043304I0055 - Discente, em 21/06/2021 20:21:57.
- Nadson de Carvalho Pontes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/06/2021 19:53:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/06/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 282795

Código de Autenticação: 69411ccdfd



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2021 - SGP GPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

ATA Nº 88

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e um dias do mês de maio de dois mil e vinte e um, às 08h:00min (oito horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora, em sessão pública realizada por videoconferência (<https://meet.google.com/omi-oibx-ufx?authuser=0>), para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "**Desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro em resposta à bioestimulantes**", de autoria de **Carla Geovanna Caixeta Issa**, discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, na área de concentração em Manejo Fitossanitário em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na Secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou o depósito de patente oriundo dessa dissertação e, posteriormente a publicação de artigo em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes	IF Goiano - Campus Morrinhos	Presidente
Prof ^a . Dr ^a . Abadia dos Reis Nascimento	Universidade Federal de	Membro externo

	Goiás - UFG	
Dr ^a . Muza do Carmo Vieira	IF Goiano - Campus Urutaí	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Abadia dos Reis Nascimento**, Abadia dos Reis Nascimento - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos (10651417000330), em 21/05/2021 10:18:46.
- **Muza do Carmo Vieira**, ENGENHEIRO-AREA, em 21/05/2021 10:05:17.
- **Nadson de Carvalho Pontes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/05/2021 09:46:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 270051
Código de Autenticação: 38dcc26b4d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, ter me dado saúde, força para superar as dificuldades e iluminar meus caminhos.

A minha família, pelo amor incondicional, e por ter me ensinado da melhor maneira o valor da vida, pelo apoio, estímulo. Juntamente aos meus pais por não medirem esforços para que eu chegasse nessa etapa e por serem minha base e motivação para lutar. Pelo apoio emocional carinho e incentivo.

Ao meu orientador Dr. Nadson de Carvalho Pontes por ter participado da minha orientação, pela confiança em mim atribuída e por ter me fornecido todos os recursos necessários para execução do trabalho.

Ao meu coorientador Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira por ter participado da minha orientação, por me receber em seu laboratório, pela confiança em mim atribuída e por ter me fornecido todos os recursos necessários para execução do trabalho.

À minha coorientadora Eng^a. Agrônoma Dra. Muza do Carmo Vieira, que com muita paciência e atenção, dedicou seu valioso tempo para me orientar em cada passo desse trabalho. Obrigada pela sua contribuição na minha vida acadêmica e por tanta influência na minha futura vida profissional.

A todos os professores e técnicos administrativos do Instituto Federal Goiano - campus Morrinhos pelo suporte que me ofereceram. Obrigada a todos que, mesmo não sendo citados contribuíram para a conclusão dessa etapa.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Carla Geovanna Caixeta Issa, filha de Rodrigo Silva Issa e Silvia Aparecida Caixeta, nascida em Pires do Rio, Goiás, em 30 de maio de 1996. Em 2019 obteve o título de Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Em 2019 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Olericultura, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Histórico, taxonomia e descrição do tomate	9
2.2 Fenologia do tomate	10
2.3 Importância do sistema radicular	11
2.4 Bioestimulantes	12
2.5 Referências bibliográficas	15
RESUMO	19
ABSTRACT	20
3.1 Introdução	21
3.2 Material e Métodos	22
3.3 Resultados e Discussão	26
4. Conclusão	36
5. Referências bibliográficas	36

RESUMO

ISSA, CARLA GEOVANNA CAIXETA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, maio de 2021. **Desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro em resposta a bioestimulantes.** Orientador: Nadson de Carvalho Pontes. Coorientador: Alexandre Igor de Azevedo Pereira. Coorientadora: Muza do Carmo Vieira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de bioestimulantes no desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro. O experimento foi desenvolvido no Setor de Horticultura, em estufa, localizado na Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2,5, Zona Rural do Instituto Federal Goiano - campus Urutaí, em Urutaí – GO. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro bioestimulantes (Raizer, NK+ Aminosoil, Rootex e Booster) em seis doses (0, 25, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada) no momento do transplântio, resultando em um experimento em esquema fatorial 4x6. Para o transplântio, utilizou-se mudas de tomateiro cv. H9992, com 25 dias após a semeadura, apresentando três folhas verdadeiras. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento. A parcela experimental foi constituída de um vaso de 12 L contendo uma planta. Após 30 dias do transplântio, foram avaliados a altura (cm), a massa fresca de raiz (MFR, g), a massa seca de raiz (MSR, g), a massa fresca (MFPA, g) e seca da parte aérea (MSPA). Também foram avaliados o teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) nas folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância (F, 5% de probabilidade) e os tratamentos comparados pelo teste t de Student. O tratamento com NK+Aminosoil promoveu incremento para altura de plantas, MSPA e teor de N nas folhas com as melhores doses variando entre 75 e 100% da dose recomendada. Rootex promoveu incrementos na MFR, MFPA, MSPA e teor de N, com as melhores com uso de 125 e 150% da dose recomendada. O Booster teve efeito positivo sobre o desenvolvimento radicular (MFR e MSR), com aumento nos teores de P e S nas aplicações variando de

125 a 150% da dose recomendada. O Raizer promoveu maior desenvolvimento de parte aérea (MFPA e MSPA), com aumento nos teores de N com aplicação de 125% da dose recomendada. Pôde-se inferir que os bioestimulantes avaliados tiveram efeito sobre o desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicon* L.; promoção de crescimento; enraizadores.

ABSTRACT

ISSA, CARLA GEOVANNA CAIXETA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, May 2021. **Initial development of tomato plants in response to biostimulants.** Advisor: Nadson de Carvalho Pontes. Co-Advisor: Alexandre Igor de Azevedo Pereira. Co-Advisor: Muza do Carmo Vieira.

The objective of this work was to evaluate the efficiency of biostimulants in the initial development of tomato plants. The experiment was carried out in the Horticulture Sector, in a greenhouse, located at Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2.5, Rural Area of the Federal Institute of Goiás - Urutaí campus, in Urutaí - GO. The treatments consisted of the application of four biostimulants (Raizer, NK + Aminosoil, Rootex and Booster) in six doses (0, 25, 75, 100, 125 and 150% of the recommended dose) at the time of transplantation, resulting in an experiment in a factorial scheme 4x6. For transplanting, tomato seedlings cv. H9992, 25 days after sowing, with three true leaves. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications for each treatment. The experimental plot consisted of a 12 L pot containing one plant. After 30 days of transplanting, height (cm), fresh root weight (MFR, g), dry root weight (MSR, g), fresh weight (MFPA, g) and dry shoot (MSPA) were evaluated. The content of nitrogen (N), phosphorus (P) and sulfur (S) in the leaves were also evaluated. The data were subjected to analysis of variance (F, 5% probability) and the treatments compared by Student's t test. The treatment with NK + Aminosoil promoted an increase for plant height, MSPA and N content in the leaves with the best doses varying between 75 and 100% of the recommended dose. Rootex promoted increments in MFR, MFPA, MSPA and N content, with the best ones using 125 and 150% of the recommended dose. Booster had a positive effect on root development (MFR and MSR), with increased levels of P and S in applications ranging from 125 to 150% of the recommended dose. Raizer promoted greater development of aerial parts (MFPA and MSPA), with an increase in N levels with application of 125% of the recommended

dose. It could be inferred that the evaluated biostimulants had an effect on the initial development of tomato plants.

Keywords: *Solanum lycopersicon* L.; promoting growth; rooting.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das espécies de plantas cultivadas mais importante no mundo. Ela é da família das Solanáceas, a qual abrange também a batata, o tabaco, os pimentões e a berinjela (RODRÍGUEZ et al., 2019). Existem cultivares de tomates destinadas para o consumo *in natura* e para processamento industrial. A produção global de processamento de tomate em 2019 foi de aproximadamente 3,7 milhões de toneladas (FAOStat, 2020).

As raízes do tomateiro são as partes da planta menos expostas, talvez por não serem vistas. Entretanto, elas têm papel importante no suporte para a planta e atuam absorvendo e translocando água e nutrientes. No caso dos cultivos comerciais de tomate, quando a cultura é transplantada, o sistema radicular fica limitado aos primeiros 10 cm do perfil do solo, podendo acontecer o desenvolvimento de mudas frágeis e com poucas raízes. Para que haja maior produtividade, o uso de enraizadores ou bioestimulantes pode ser uma alternativa, promovendo melhor desenvolvimento radicular e, por consequência, a absorção de água e nutrientes, ocorrendo assim uma melhor fotossíntese (DHOUIB et al., 2019).

Os bioestimulantes vegetais são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos, que não são produzidos pela planta, tendo diferentes origens e que apresentam ação parecida à dos hormônios (BULGARI et al., 2015). Podem ser aplicados em diferentes órgãos das plantas (folhas, sementes, frutos), tendo a finalidade de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (YAKHIN et al., 2017). O uso destes produtos podem promover melhor desenvolvimento do sistema radicular. Assim, há um aumento na capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo no desenvolvimento e na produtividade da cultura (CANELLAS et al., 2015). O presente

trabalho possui como objetivo determinar a avaliação da eficiência de bioestimulantes no desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro da região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico, taxonomia e descrição do tomate

O tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é uma espécie cosmopolita de origem sul-americana, mais precisamente da região Andina, que tem como principal centro de domesticação o México. Sua dispersão em terras brasileiras ocorreu no final do século XIX por imigrantes europeus. Já o marco inicial de sua trajetória no território nacional ocorreu em meados da década de 1940, com o advento do tomate subgrupo Santa Cruz no Estado do Rio de Janeiro (AYENAN et al., 2019).

A tomaticultura apresenta dois hábitos de crescimento o determinado e o indeterminado. O cultivo do tomate industrial se iniciou no Brasil no século XX no município de Pesqueiras-PE, logo depois este migrou para o Estado de São Paulo na década de 30 e em seguida para o Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia). De 1970 ao início dos anos 2000, este perdeu espaço para o cultivo da fruticultura, e a zona do cerrado (Goiás e Minas Gerais) emergiu como novas áreas de expansão da colheita de tomate no início dos anos 90 (FAISAL et al., 2019).

O tomateiro é uma das olerícolas produzidas em escala mundial, com grande importância socioeconômica, podendo ser fonte de renda para grandes agricultores e agricultores familiares. Como dicotiledônea, o tomate precisa de um alto nível tecnológico e intensa utilização de mão de obra do produtor. A relação clima, solo e manejo devem ser levados em consideração para a escolha da variedade a ser cultivada (LIN; WEI.; XU, 2019).

A planta do tomateiro apresenta em seu desenvolvimento natural arquitetura que se assemelha a uma moita, com abundantes ramos laterais. Todavia, a arquitetura do tomateiro quando submetido a podas pode ser profundamente modificada,

condicionando o tipo de cultura, sendo o cultivo rasteiro para a indústria ou o cultivo envarado ou estaqueado para o consumo fresco (ZHANG et al., 2019).

O tomateiro possui um sistema radicular com raízes axiais vigorosas concentradas nos primeiros 50 cm da superfície do solo. A raiz principal produz raízes laterais e adventícias densas podendo atingir 1,5m de profundidade. Quando ocorre o transplante de mudas pode haver um fator limitante, em que as mudas produzidas em bandejas desenvolvem raízes mais superficiais e ramificadas, podendo se desenvolver até um raio de 1,5 m e alcançando uma profundidade de 0,50 m (CASALS et al., 2019).

2.2 Fenologia do tomate

O tomate é uma planta dicotiledônea, proveniente da ordem Tubiflorales, da família Solanaceae, gênero Solanum (Solanum), espécie Solanum (Solanum lycopersicum). Seu caule é flexível e peludo, com ramos laterais evidentes. Embora os tomates sejam cultivados como plantas anuais, eles são classificados como perenes e podem ser cultivados em formas de lata, semiverticais ou verticais (FILGUEIRA, 2008).

O ciclo do tomate pode ser dividido em quatro fases: da sementeira ao transplante (três a quatro semanas), do transplante de mudas à floração (quatro a cinco semanas) da floração à colheita (cinco a seis semanas) e do início ao final da colheita. A duração do ciclo do transplante de mudas até a colheita varia de 95 a 130 dias (MAROUELLI et al., 2012). A duração de cada estágio de desenvolvimento depende principalmente do genótipo, saúde, nutrição. Entre os híbridos mais plantados no Brasil, destacam-se Heinz 9553, Heinz 9992 (Heinz Seeds), AP 533, AP 529 (Seminis Vegetable Seeds) e U 2006 (Nunhems Brasil-Bayer Crop Science) (SCHMIDT et al., 2017).

Nos primeiros estágios de desenvolvimento, os caules dos tomates são eretos, herbáceos, carnudos e cobertos por pelos glandulares ou não glandulares na epiderme. O córtex está localizado abaixo da epiderme. A célula mais externa possui clorofila, para que possa realizar a fotossíntese. A célula mais interna é do tipo intestino grosso e ajuda a sustentar as plantas (ALVARENGA, 2013).

A cadeia produtiva, “processamento industrial”, tende a frutos oblongos, mais firmes e com elevados teores de sólidos solúveis. As sementes são de cor marrom-claro, tamanho pequeno e densidade baixa. Cerca de 300 unidades podem ser encontradas em

apenas um grama. O embrião está disposto em forma de espiral e é totalmente envolvido pelo endosperma, que é coberto pela testa. A testa e o endosperma estão intimamente relacionados à germinação (NASCIMENTO et al., 2012).

A inflorescência do tomate consiste em um eixo principal, que inclui flores laterais pequenas e amarelas, agrupadas em cachos, hermafroditas, que abrem durante o dia e são basicamente autopolinizadoras. Elas são monoicas, com cinco ou mais sépalas e pétalas, dispostas em espiral, contêm o mesmo número de estames e possuem ovário gêmeo ou multicâmara (ALVARENGA, 2013). Para Wudiri & Henderson (1985), quando as plantas estão sob estresse hídrico, há redução no número de flores por cacho e, conseqüentemente, na produtividade.

As variedades cultivadas de tomate apresentam hábito de crescimento indeterminado ou determinado (FILGUEIRA, 2008). No Brasil, as plantas de hábito determinado são aquelas cujos frutos são destinados ao processamento industrial.

2.3 Importância do sistema radicular

O sistema radicular das plantas possui inúmeras funções importantes, como fazer a sustentação da planta, e a absorção de inúmeros nutrientes importantes. Entretanto, algumas plantas podem apresentar diferentes tipos de raízes aos tipos mais comuns, podendo estas, realizar funções tais como armazenamento de reservas, nutrição e aeração. Por serem órgãos cilíndricos, subterrâneos e aclorofilados, suas ramificações originam-se internamente e estão distribuídas irregularmente em toda a sua extensão (KERBAUY, 2013).

Na raiz principal transversalmente, revela-se a existência de três zonas nitidamente diferenciadas: a epiderme, o córtex e o cilindro central vascular. A epiderme tem como função a absorção de nutrientes e água, e esta característica é aumentada por pelos absorventes, que apresentam ramificações tubulares. Esses pelos ampliam expressivamente a área superficial das raízes, que em contato íntimo com a solução do solo, intensificam a absorção de água e nutrientes (THANGTHONG et al., 2019).

O sistema radicular é comparado com a parte aérea das plantas, no que diz respeito a sua diversidade e complexidade, o qual apresenta múltiplas interações com a matriz do solo e com a diversidade de organismos que o envolve (ROSELLÓ et al., 2019). As plantas e raízes possuem características distintas conforme os aspectos

agronômicos de época do ano, clima, idade da planta, densidade de plantio, variedade, textura e estrutura do solo entre outros aspectos. Sendo assim, para fazer o manejo adequado de um sistema radicular de uma espécie é preciso um fundamento apropriado para o aprimoramento de práticas como calagem e adubação manejo de irrigação, aplicação de produtos fitossanitários entre outras ([WANG](#) et al., 2019).

A capacidade das plantas de desenvolver um extenso sistema radicular está intimamente ligado à sua habilidade em obter água e nutrientes minerais do solo, interferindo na sua capacidade competitiva. Muitos destes aspectos da raiz refletem adaptações às exigências do ambiente. As raízes, que fixam a planta e absorvem água e nutrientes minerais do solo, exibem padrões complexos de crescimento. Para que haja um bom desenvolvimento das plantas e estas possam ter boa produtividade, será necessária uma boa absorção de nutrientes, e se houver qualquer obstrução que dificulte o crescimento radicular, ela pode reduzir esta absorção ([FIGUEROA-BUSTOS](#) et al., 2018).

Sendo assim, o tamanho do sistema radicular é determinado pela biomassa total da raiz e pelo comprimento acumulado da raiz. Supõe-se que um grande sistema radicular requer mais assimilados fotossintéticos para sua produção, proliferação, crescimento e função. Estima-se que a quantidade de assimilados fotossintéticos investidos para produzir uma unidade de matéria seca da raiz possa produzir o dobro da matéria seca da parte aérea ([FENTA](#) et al., 2014).

2.4 Bioestimulantes

Os biorreguladores vegetais são substâncias sintéticas ou naturais que, quando aplicadas nas plantas, possuem funções similares às dos hormônios vegetais (auxinas, citocinina, giberelinas). A mistura de dois ou mais reguladores vegetais e outras substâncias (ácido húmico, algas marinhas, vitaminas, aminoácidos e ácido ascórbico, ácido flúvico) é chamada de bioestimulante ([KHAN](#) et al., 2009).

Em sua composição, os bioestimulantes podem promover o crescimento e o desenvolvimento das plantas, estimular a divisão celular e promover a diferenciação e alongamento celular. Esses efeitos dependem da concentração, natureza e proporção das substâncias contidas no produto. Quando usados em plantas, por serem empregados para lidar com o estresse abiótico, os bioestimulantes têm efeito protetor, reduzem a necessidade de fertilizantes e aumentam a produtividade ([MURTIC](#) et al., 2019).

De acordo com Gemin et al. (2019), em estudo feito com bioestimulante produzido com mistura de algas marinhas e ácidos húmicos, o desenvolvimento na cultura da cebola é melhorado quando as mudas são tratadas com este produto antes de serem plantadas em campos orgânicos. Estas apresentaram efeitos promotores de crescimento nos estágios iniciais, melhora do calibre e rendimento da cultivar híbrida e teor de açúcares e proteínas aumentados em bulbos.

Segundo Szczepanek et al. (2017), o efeito da aplicação de sete doses de bioestimulantes no desenvolvimento de cenoura (*Daucus carota* L.) resultou em aumento significativo no peso e no diâmetro das raízes. O manjeriço tratado com o bioestimulante à base de aminoácidos, glicosídeos, saponinas, betaínas, polissacarídeos, ácidos orgânicos, vitaminas e microelementos apresentou melhora no crescimento e o desenvolvimento de raízes e parte aérea (isto é, aumentou o número de folhas, o comprimento das raízes, as massas frescas e secas de raízes e partes acima do solo), ajudando assim as plantas a se adaptarem ao estresse do transplante (PARADIKOVIĆ et al., 2018).

Da mesma forma resultados positivos com o uso de bioestimulantes têm sido verificados em diversas culturas, como milho e feijão (DOURADO NETO et al., 2014). No milho, o diâmetro do caule da planta, o número de grãos por linha e o número de grãos por espiga aumentaram, não interferindo no rendimento da cultura. Em feijão, as diferentes dosagens e formas de aplicação de bioestimulante à base de auxina, citocinina e giberelina aumentam o número de grãos e o rendimento de grãos por planta.

Portanto, os bioestimulantes de enraizamento vegetal vêm proporcionando aumento na produtividade. O tomateiro, assim como diversas culturas tratadas com bioestimulantes, tem sido alvo de pesquisas que propõem um aumento na produção, maior lucratividade e menores custos (ALLEONI et al., 2000; DOURADO NETO et al., 2014; TECCHIO et al., 2015).

No mercado há disponibilidade de vários produtos recomendados para a cultura do tomateiro, cujo uso ainda não foi adequadamente avaliado. Um exemplo é o Raizer® (Agrivalle), composto por matéria orgânica propícia ao desenvolvimento das raízes, que pode proporcionar melhor aproveitamento dos nutrientes do solo e melhor resistência às mudanças climáticas. Seu uso é utilizado na implantação de culturas. Outro produto é o NK, que é constituído de macro (nitrogênio (0,9%), potássio (17%)) e micronutrientes (magnésio (2,0%), zinco (1,0%), boro (0,25%)) solúveis em água para fertirrigação, foi demonstrado que ele promove o crescimento vigoroso das raízes e o aumento da parte

aérea do cultivo. Já o Aminosoil contém aminoácidos e alto teor de matéria orgânica, sendo que este fertilizante organomineral líquido também é recomendado para o enraizamento de diversos cultivos. O Booster® (Agrichem do Brasil S/A.) é um produto desenvolvido para melhorar o desempenho da cultura, agindo em diferentes rotas metabólicas nas plantas. Ele possui composição orgânica rica e diversificada, que resulta em efeito auxínico dominante. O produto estimula a formação de raízes finas e funcionais, além de atuar em mecanismos importantes na parte aérea das plantas, e agir na recuperação pós-estresse. Já o Rootex® (Cosmocel) é uma combinação de aminoácidos, ácidos orgânicos e nutrientes, cuja finalidade é induzir a emissão de raízes e fortalecer seu crescimento subsequente, sendo um fertilizante composto de (Nitrogênio (7% pp), Fósforo (47% pp), Potássio (6% pp), L-Aminoácidos (6%pp), Ácidos húmicos (3% pp), Auxinas (15.5% pp) e Inertes (21.47% pp)). Há ausência de informações a respeito dos mecanismos de ação dos bioestimulantes sobre os diversos processos fisiológicos das plantas. Portanto, a geração de novas informações de caráter técnico-científico sobre os efeitos e potencial uso de bioestimulantes, especialmente em tomateiro, servirá para assegurar aos produtores informações sobre o real impacto do uso desses produtos.

2.5 Referências bibliográficas

- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Publicatio**, Ponta Grossa, v. 6, n. s/n, p. 23-35, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/publicatio.v6i01.744>
- ALVARENGA, R. A. M. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.
- AYENAN, M. A. T.; DANQUAH, A.; HANSON, P.; AMPOMAH-DWAMENA, C.; SODEDJI, F. A. K.; ASANTE, I. K.; DANQUAH, E. Y. Accelerating Breeding for Heat Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.): **An Integrated Approach**. **Agronomy**, v. 9, n. 720, p 1- 23, **2019**, Disponível em: doi:10.3390/agronomy9110720
- BULGARI, R.; COCETTA, G.; TRIVELLINI, A.; VERNIERI, P.; FERRANTE, A. Biostimulants and crop responses: a review. **Biol Agric Hortic**, v.31, p 1–17, 2015. Disponível em: DOI: 10.1080/01448765.2014.964649. Acesso em: 12 ago. 2020.
- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIARA, N. O.; JONESB, D. L.; NEBBIOSOC, A.; MAZZEIC, P.; PICCOLOC, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, p 15–27, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- CASALS, J.; RIVERA, A.; SABATÉ, J.; CASTILLO, R. R.; SIMÓ, J. Cherry and Fresh Market Tomatoes: Differences in Chemical, Morphological, and Sensory Traits and Their Implications for Consumer Acceptance. **Agronomy**, v. 9, n.9, 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010009>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- DHOUIB, H.; ZOUARI, I. ; ABDALLAH, D. B.; BELBAHRI, L.; TAKTAKA, W.; TRIKI, M. A.; TOUNSI, S. Potential of a novel endophytic *Bacillus velezensis* in tomato growth promotion and protection against Verticillium wilt disease. **Biological Control**, v. 139, n.104092, p 1-11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104092>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G J. A.; BARBIERI, A. P. P.; Martin, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de Milho e feijão. **Biosci. J.**, v. 30, n.1, p. 371-379, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18110/14549>. Acesso em: 19 set. 2020.
- FAO-Stat (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2020. Statistics Division. Rome, Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>> Acesso em: 04 set. 2020.
- FAISAL, M.; ABDEL-SALAM, E. M.; ALATAR, A. A.; SAQUIB, Q.; ALWATHNANI, H. A.; CANTO, T. Genetic Transformation and siRNA-Mediated Gene Silencing for Aphid Resistance in Tomato. **Agronomy**, v. 9, n. 893, p 1-13, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120893>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FENTA, B. A.; BEEBE, S. E.; KUNERT, K. J.; BURRIDGE, J. D.; BARLOW, K. M.; LYNCH, J. P.; FOYER, C. H. Field Phenotyping of Soybean Roots for Drought Stress Tolerance. *Agronomy*, v. 4, n. 3, p 418-435, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy4030418>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FIGUEROA-BUSTOS, V.; PALTA, J. A.; CHEN, Y.; SIDDIQUE, K. H.M. Characterization of Root and Shoot Traits in Wheat Cultivars with Putative Differences in Root System Size. *Agronomy*, v. 8, n. 109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy8070109>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421p.

GEMIN, L. G.; MÓGOR, Á. F.; AMATUSSI, J. O.; MÓGOR G. Microalgae associated to humic acid as a novel biostimulant improving onion growth and yield. *Scientia Horticulturae*. v. 256, n.108560, p 1-8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108560>. Acesso em: 20 set. 2020.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 431p.

KHAN, W.; RAYIRATH, U. P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M. N.; RAYORATH, P.; HODGES, D. M.; CRITCHLEY, A. T.; CRAIGIE, J. S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *J Plant Growth Regul*, v. 28, p.386–399, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-009-9103-x>. Acesso em: 25 jun. 2019.

LIN, D.; WEI, R.; XU, L. An Integrated Yield Prediction Model for Greenhouse Tomato. *Agronomy*. v. 9, n.873, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120873>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MAROUELLI, WA; SILVA, HR; SILVA, WLC. 2012. *Irrigação do tomateiro para processamento*. Brasília: Embrapa Hortaliças 24p.

MURTIC, S.; OLJACA, R.; MURTIC, M. S.; KOLESKA, I.; MUHIC, A. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in cherry tomato subjected to drought, *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v. 29, n.6, p.1664-1672, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337199567_ENZYMATIC_ANTIOXIDANT_RESPONSES_TO_BIOSTIMULANTS_IN_CHERRY_TOMATO_SUBJECTED_TO_DROUGHT. Acesso em: 11 ago. 2020.

NASCIMENTO, W. M.; MELO, P. C. T. DE; FREITAS, R. A. Produção de sementes. In: Clemente, F. M. V. T.; Boiteux, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. Cap.3, p. 53-75.

PARADIKOVIĆ, N.; TEKLIĆ, T.; ZELJKOVIĆ, S.; LISJAK, M.; ŠPOLJAREVIĆ, M. Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. *Food Energy*

Secur. v.162, p 1-17, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fes3.162>. Acesso em: 12 ago. 2020.

RODRÍGUEZ, F.; PEDRESCHI, R.; FUENTEALBA, C.; KARTZOWA, A.; OLAETA, J. A.; ALVARO, J. E. The increase in electrical conductivity of nutrient solution enhances compositional and sensory properties of tomato fruit cv. Patrón. **Scientia Horticulturae**, v. 244, p 388–398, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.059>. Acesso em: 02 out. 2020.

ROSELLÓ, M.; ROYO, C.; SANCHEZ-GARCIA, M.; SORIANO, J. M. Genetic Dissection of the Seminal Root System Architecture in Mediterranean Durum Wheat Landraces by Genome-Wide Association Study. **Agronomy**, v. 9, n. 364, p 1-17, 2019. Disponível em: doi:10.3390/agronomy9070364. Acesso em: 09 jul. 2019.

SCHMIDT, D.; ZAMBAN, D. T.; PROCHNOW, D.; CARON, B. O.; SOUZA, V.Q.; PAULA, G.M.; COCCO, C. Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. **Hortic. Bras.**, Vitória da Conquista, v. 35, n. 1, p. 89-96, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362017000100089&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 mai. 2020.

SZCZEPANEK, M.; WILCZEWSKIA, E.; POBEREŻNYB, J.; WSZELACZYŃSKAB, E.; OCHMIANC, I. Carrot root size distribution in response to biostimulant application. *Acta Agriculturae Scandinavica, SECTION B — Soil & Plant Science*, v. 67, n. 4, p. 334–339, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2017.1278783>. Acesso em: 12 ago. 2020.

TECCHIO, M. A.; LEONEL, S.; REIS, L. L.; SIMONETTI, L. M.; SILVA, M. J. R. Stimulate® no desenvolvimento de mudas de Kunquat ‘Nagami’. **Irriga**, Botucatu, ed. esp. p. 97-106, 2015. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1962>. Acesso em: 21 jun. 2019.

THANGTHONG, N.; JOGLOY, S.; PUNJANSING, T.; KVIEN, C. K.; KESMALA, T.; VORASOOT, N. Changes in Root Anatomy of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) under Different Durations of Early Season Drought. **Agronomy**, v. 9, n. 215, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9050215>. Acesso em: 12 ago. 2020.

WANG, Y.; HOULTON, B. Z. Nitrogen constraints on terrestrial carbon uptake: implications for the global carbonclimate feedback. **Geophysical Research Letters**, Washington, DC, v. 36, 5 p., Nov. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228799055_Nitrogen_constraints_on_terrestrial_carbon_uptake_Implications_for_the_global_carbon-climate_feedback. Acesso em: 02 out. 2020.

WANG, X.; SAMO, N.; LI, L.; WANG, M.; QADIR, M.; JIANG, K.; QIN, J.; RASUL, F.; YANG, G.; HU, Y. Root Distribution and Its Impacts on the Drought Tolerance Capacity of Hybrid Rice in the Sichuan Basin Area of China. **Agronomy**, v. 9, n. 79, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9020079>. Acesso em: 26 out. 2020.

WUDIRI, B. B.; HENDERSON, D. W. Effects of water-stress on flowering and fruit-set in processing tomatoes. **Scientia Horticulturae**, v.27, p.189–198, 1985. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(85\)90022-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(85)90022-6). Acesso em: 20 ago. 2020.

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, n. 2049, p 1-32, 2017. Disponível em: <http://doi: 10.3389/fpls.2016.02049>. Acesso em: 12 ago. 2020.

[ZHANG](#), Y.; [LIANG](#), Y.; [ZHAO](#), X.; [JIN](#), X.; [HOU](#), L.; [SHI](#), Y.; [AHAMMED](#), G. J. Silicon Compensates Phosphorus Deficit-Induced Growth Inhibition by Improving Photosynthetic Capacity, Antioxidant Potential, and Nutrient Homeostasis in Tomato. **Agronomy**, v.9, n. 733, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9110733>. Acesso em: 12 ago. 2020.

3. CAPÍTULO I

ISSA, CARLA GEOVANNA CAIXETA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, maio de 2021. **Desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro em resposta a bioestimulantes.** Orientador: Nadson de Carvalho Pontes. Coorientador: Alexandre Igor de Azevedo Pereira. Coorientadora: Muza do Carmo Vieira.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de bioestimulantes no desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro. O experimento foi desenvolvido no Setor de Horticultura, em estufa, localizado na Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2,5, Zona Rural do Instituto Federal Goiano - campus Urutaí, em Urutaí – GO. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro bioestimulantes (Raizer, NK+ Aminosoil, Rootex e Booster) em seis doses (0, 25, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada) no momento do transplântio, resultando em um experimento em esquema fatorial 4x6. Para o transplântio, utilizou-se mudas de tomateiro cv. H9992, com 25 dias após a semeadura, apresentando três folhas verdadeiras. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento. A parcela experimental foi constituída de um vaso de 12 L contendo uma planta. Após 30 dias do transplântio, foram avaliados a altura (cm), a massa fresca de raiz (MFR, g), a massa seca de raiz (MSR, g), a massa fresca (MFPA, g) e seca da parte aérea (MSPA). Também foram avaliados o teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) nas folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância (F, 5% de probabilidade) e os tratamentos comparados pelo teste t de Student. O tratamento com NK+Aminosoil promoveu incremento para altura de plantas, MSPA e teor de N nas folhas com as melhores doses variando entre 75 e 100% da dose recomendada. Rootex promoveu incrementos na MFR, MFPA, MSPA e teor de N, com as melhores com uso de 125 e 150% da dose recomendada. O Booster teve efeito positivo sobre o desenvolvimento radicular (MFR e MSR), com aumento nos teores de P e S nas aplicações variando de 125 a 150% da dose recomendada. O Raizer promoveu maior desenvolvimento de parte aérea (MFPA e MSPA), com aumento nos teores de N com aplicação de 125% da dose recomendada. Pôde-se inferir que os bioestimulantes avaliados tiveram efeito sobre o desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicon* L.; promoção de crescimento; enraizadores.

ABSTRACT

ISSA, CARLA GEOVANNA CAIXETA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, May 2021. **Initial development of tomato plants in response to biostimulants.** Advisor: Nadson de Carvalho Pontes. Co-Advisor: Alexandre Igor de Azevedo Pereira. Co-Advisor: Muza do Carmo Vieira.

The objective of this work was to evaluate the efficiency of biostimulants in the initial development of tomato plants. The experiment was carried out in the Horticulture Sector, in a greenhouse, located at Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2.5, Rural Area of the Federal Institute of Goiás - Urutaí campus, in Urutaí - GO. The treatments consisted of the application of four biostimulants (Raizer, NK + Aminosoil, Rootex and Booster) in six doses (0, 25, 75, 100, 125 and 150% of the recommended dose) at the time of transplantation, resulting in an experiment in a factorial scheme 4x6. For transplanting, tomato seedlings cv. H9992, 25 days after sowing, with three true leaves. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications for each treatment. The experimental plot consisted of a 12 L pot containing one plant. After 30 days of transplanting, height (cm), fresh root weight (MFR, g), dry root weight (MSR, g), fresh weight (MFPA, g) and dry shoot (MSPA) were evaluated. The content of nitrogen (N), phosphorus (P) and sulfur (S) in the leaves were also evaluated. The data were subjected to analysis of variance (F, 5% probability) and the treatments compared by Student's t test. The treatment with NK + Aminosoil promoted an increase for plant height, MSPA and N content in the leaves with the best doses varying between 75 and 100% of the recommended dose. Rootex promoted increments in MFR, MFPA, MSPA and N content, with the best ones using 125 and 150% of the recommended dose. Booster had a positive effect on root development (MFR and MSR), with increased levels of P and S in applications ranging from 125 to 150% of the recommended dose. Raizer promoted greater development of aerial parts (MFPA and MSPA), with an increase in N levels with application of 125% of the recommended dose. It could be inferred that the evaluated biostimulants had an effect on the initial development of tomato plants.

Keywords: *Solanum lycopersicon* L.; promoting growth; rooting.

3.1 Introdução

O tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é um dos alimentos vegetais mais consumidos no mundo, seja como fruta ou como produto processado. Trata-se de uma cultura com o ciclo curto, o que retorna em lucro alto. Assim, a cultura do tomate tem boas perspectivas econômicas e a área cultivada aumenta a cada dia. (NAVARRO-GONZÁLEZ et al., 2011). O cultivo do tomateiro exige alto nível tecnológico e intensa utilização de mão de obra, pois embora mecanizada em todas as fases, a tomaticultura industrial ainda absorve expressivo contingente de trabalhadores. A produção global de processamento de tomate em 2019 foi de aproximadamente 3,7 milhões de toneladas (FAOStat, 2020).

A arquitetura do sistema radicular do tomate refere-se à organização espacial de raízes no solo, são responsáveis por atender às demandas de água e nutrientes da parte aérea e fazer a fixação da planta ao solo (GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ et al., 2020).

No caso dos cultivos comerciais de tomate, quando a cultura é transplantada, o sistema radicular, fica limitado aos primeiros 10 cm do perfil do solo, podendo acontecer o desenvolvimento de mudas frágeis e com poucas raízes, o que reduz muito a capacidade de absorção de água e nutrientes e torna as plantas mais suscetíveis a doenças. O choque do transplante pode geralmente resultar em morte da muda, mudanças nos processos metabólicos e interrupção temporária do crescimento da planta (LI et al., 2016). Portanto, é necessário restaurar o crescimento da raiz com o tempo, por meio de métodos agrícolas mais viáveis, para evitar falhas no transplante em grande escala.

Para que haja maior produtividade, o uso de enraizadores ou bioestimulantes pode ser uma alternativa, promovendo melhor desenvolvimento radicular e, por consequência, a absorção de água e nutrientes, ocorrendo assim uma melhor fotossíntese (DHOUIB et al., 2019). Os bioestimulantes podem promover esses processos, e diferentes tipos de bioestimulantes podem ter diferentes efeitos (CHUBERRE et al., 2018).

Os bioestimulantes estão cada vez mais sendo integrados aos sistemas de produção para modificar os processos fisiológicos das plantas para estimular o crescimento, aliviar as limitações induzidas pelo estresse, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e promover a colheita (YAKHIN et al., 2017). Estes são

compostos orgânicos, naturais ou sintéticos, que não são produzidos pela planta, apresentando ação parecida à dos hormônios. Alguns desses bioestimulantes são misturas de extratos de algas marinhas, ácido húmico e macro e microelementos, enquanto outros produtos contêm misturas de micorrizas e extratos de algas marinhas, além de outros microelementos, atuando no metabolismo vegetal da planta, regulando o crescimento de seus órgãos (BULGARI et al., 2015).

Os bioestimulantes podem ser aplicados em diferentes órgãos das plantas (folhas, sementes, frutos), tendo a finalidade de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (YAKHIN et al., 2017). Os resultados positivos do uso de bioestimulantes podem ser verificados em várias culturas, incluindo muitas hortaliças (COLLA et al., 2014; BAGLIERI et al., 2014; ERTANI et al., 2014; LUCINI et al., 2015). Os efeitos vão desde o aumento da resistência a estresses abióticos (seca, salinidade, temperaturas extremas, deficiência de nutrientes ou pH adverso do solo), sendo destacado o melhor desenvolvimento do sistema radicular (BOTTA, 2013; ROUPHAEL et al., 2017).

O uso destes produtos, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura em campo, pode estimular o crescimento vegetal através da divisão, alongação e diferenciação celular. Assim, há um aumento na capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo no desenvolvimento e na produtividade da cultura (CANELLAS et al., 2015). No entanto, não está claro como essas alterações morfológicas e fisiológicas são induzidas pelos bioestimulante (BOTTA, 2013; ROUPHAEL et al., 2017).

Uma das aplicações de bioestimulantes seria para aumentar o vigor e a velocidade de desenvolvimento das plantas até por volta dos 30 a 45 dias de cultivo, quando começa o estágio vegetativo da planta (GOÑI et al., 2018). Sendo assim, o presente trabalho possui como objetivo determinar a avaliação da eficiência de bioestimulantes no desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no Instituto Federal Goiano - campus Urutaí, em Urutaí – GO, na área experimental do Setor de Horticultura, localizado na Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2,5, Zona Rural. As coordenadas geográficas são de 17° 27' S, 48° 12' W e altitude de 712 m. O experimento foi conduzido em estufa com

cobertura de filme plástico, telada nas laterais com mureta de concreto, piso de concreto. Foram utilizadas mudas do híbrido H9992 (Heinz Seeds) que apresenta crescimento determinado.

O híbrido H9992 (Heinz Seeds) apresenta frutos de material para processamento com teor de sólidos solúveis entre 5,0 a 5,3, é resistente a *Verticillium* raça 1, a *Fusarium* raças 1 e 2; a nematoides, *Stemphylium* spp., a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Clavibacter michiganense*. Um dos fatores que contribuem para o aumento significativo da produtividade de determinados processos industriais da agricultura do tomate é a utilização de híbridos com alto potencial produtivo, que passaram a dominar parte do mercado. Entre os híbridos mais plantados no Brasil, destacam-se Heinz 9553, Heinz 9992 (Heinz Seeds), AP 533, AP 529 (Seminis Vegetable Seeds) e U 2006 (Nunhems Brasil-Bayer Crop Science) (QUEZADO-DUVAL et al., 2014).

As mudas foram produzidas em viveiro comercial. Aos 25 dias da semeadura foram transplantadas para vasos de polipropileno (Figuras A e B) com volume de 12 litros, altura 26,6 cm, diâmetro de 31 cm, diâmetro de fundo de 21 cm, preenchidos com terra de subsolo. Todos os vasos receberam a mesma quantidade de adubos e de calcário. Para isto, foram adicionados 130g do calcário calcítico agrícola e 166g de superfosfato simples P₂O₅ (4-30-10). Após a realização da adubação mineral, foram efetuadas as irrigações dos vasos com regador, deixando os vasos sempre molhado em capacidade de campo e, subsequentemente, feito o transplante das mudas. Cada vaso recebeu uma plântula de tomate.

Imediatamente após o transplante, realizou-se a aplicação dos bioestimulantes. Foram avaliados quatro tipos de tratamentos comumente empregados por produtores de tomate para processamento industrial: 1) Extrato de algas, aminoácidos e substâncias húmicas (Raizer®, 300 mL/ha); 2) Fertilizante foliar NK® (400mL/ha) constituído de macronutrientes (0,9% de nitrogênio e 17% de potássio) e micronutrientes (2,0% de magnésio, 1,0% de zinco e 0,25% de boro), mais fertilizante organomineral líquido com 30% de aminoácidos (Aminosoil®, 400 mL/ha); 3) Fertilizante foliar à base de extrato de algas (Booster®, Agrichem do Brasil, 140 mL/ha); 4) Produto à base de uma combinação de aminoácidos, ácidos orgânicos e nutrientes (Rootex®, 2kg/ha).

Os quatro tratamentos foram avaliados em seis diferentes concentrações (0, 25, 75, 100, 125 e 150% das doses recomendadas), seguindo um esquema fatorial de 4x6. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro

repetições para cada tratamento. A parcela experimental foi constituída de 1 vaso contendo uma planta.



Figura 1: Mudanças de tomateiro logo após transplante, para vasos de polipropileno. Urutaí (GO), 2019.

Para a aplicação nos vasos, as doses de campo foram calculadas com base na quantidade de plantas por hectare, considerando uma população de 30 mil plantas e um volume de aplicação de 300 L de calda por hectare. Os bioestimulantes foram diluídos em água obedecendo às doses estabelecidas e à aplicação dos tratamentos realizada no imediatamente após o transplante. Cada planta recebeu em seu colo 10 mL da diluição feita com cada produto, de forma a possibilitar que o solo recebesse as quantidades adotadas neste estudo de forma mais homogênea possível.

As plantas foram retiradas dos vasos aos 52 dias após o transplante (Figura 2) e destinados à análise biométrica. Em um primeiro momento realizou-se a análise biométrica. Foram analisados os seguintes parâmetros na parte aérea: altura de planta (cm); massa fresca da parte aérea (g), massa seca da parte aérea (g) das plantas de tomateiro. Nas raízes foram determinados os seguintes parâmetros: medida de massa fresca de raiz (g); a massa seca de raiz (g) das plantas de tomateiro foi obtida aos 52 dias após secar em estufa com circulação forçada de ar em temperaturas $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas (para que se evitasse a perda de nutrientes), até atingir peso constante.

Imediatamente após sair da estufa, realizou-se a determinação da massa de matéria seca de todas as partes vegetativas utilizando-se uma balança de precisão.



Figura 2: Plantas de tomateiro aos 52 dias após o transplante submetidas a diferentes doses de bioestimulantes. Urutaí (GO), 2019.

As amostras secas em estufa foram moídas em moinho de facas do tipo Willey com peneira de 30 *mesh* visando assegurar a homogeneização da amostra. O armazenamento foi em temperatura ambiente ($28\text{ C}^\circ \pm 2$), sendo o acondicionamento das amostras feitos em sacos plásticos devidamente identificados.

A determinação do nitrogênio total foi realizada através da digestão sulfúrica seguida pela destilação em destilador micro Kjeldahl (SILVA, 2009). Para a definição das concentrações de fósforo (P) e enxofre (S) foi executada a digestão do material vegetal da parte aérea utilizando de 0,5g, utilizando 5 mL de ácido nítrico adicionados de 1 mL de ácido perclórico. Em seguida, a obtenção do P foi feita com o método do molibdato-vanadato e a determinação do S foi realizada utilizando a turbidimetria com cloreto de bário. As metodologias utilizadas foram descritas por Sarruge e Haag (1974).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância para avaliar o efeito das doses de cada produto sobre as variáveis estudadas. Havendo efeito significativo das doses, estas foram contrastadas com a dose zero (controle) por meio do teste de Dunnett

($P \leq 0,05$) e comparadas entre si com base no intervalo de confiança do teste T de Student. Além disso, realizou-se análise de regressão para estimar a melhor dose. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SISVAR (Sistema para Análise de Variância (FERREIRA, 2011)).

3.3 Resultados e Discussão

Ao se analisar os dados obtidos constatou-se o efeito de diferentes doses dos bioestimulantes sobre o desenvolvimento vegetativo do tomateiro e o acúmulo de nutrientes (Tabela 1). Em relação à altura (Alt), houve diferenças entre as doses apenas para o tratamento NK + Aminosoil (F, $P=0,0061$). A dose recomendada 100% foi a única a diferir da testemunha (dose zero) pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$) (Figura 3). No trabalho conduzido por Dong et al. (2020), bioestimulantes avaliados na cultura do tomateiro tiveram efeitos fracos, mas não significativos na melhoria de altura de plantas após os 30 dias, não afetando o desenvolvimento da raiz do tomate. Talvez o efeito deste produto sobre esta variável tenha relação com a nutrição, fato que é corroborado pelo aumento no teor de N na folha por NK + Aminosoil. Plantas de tomateiro respondem bem à adubação nitrogenada, com aumento do teor deste nutriente nas folhas (THUME, 2013).

Para a variável Massa Fresca de Raiz (MFR), houve diferença entre as doses de Booster e Rootex, com variação em relação ao controle (Dunnett, $P \leq 0,05$) quando estes foram aplicados com 125 e 150% das doses recomendadas, respectivamente. Em relação à variável Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA), houve diferença entre as doses para Raizer e Rootex. Entretanto, nenhuma das doses dos produtos diferiu da testemunha (Dunnett, $P \leq 0,05$). Para a variável Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), ocorreu alteração entre as doses para os tratamentos com Aminosoil + NK, Raizer e Rootex (F, $P \leq 0,07$). Entretanto, apenas no tratamento com Raizer, uma das doses testadas (125% da recomendada) diferiu da testemunha (Dunnett, $P \leq 0,05$).

Tabela 1: Níveis de significância do efeito das doses dos bioestimulantes sobre as variáveis altura (Alt, cm), massa seca de raiz (MSR, g), massa fresca de raiz (MFR, g), massa fresca de parte aérea (MFPA, g), massa seca da parte aérea (MSPA, g), teor de nitrogênio (N, g kg⁻¹), fósforo (P) e enxofre (S) determinados após análise de variância. Urutá (GO), 2019.

Tratamentos	P – Valor							
	Alt	MFR	MFPA	MSR	MSPA	N	P	S
NK + Aminosoil	0,0061 *	0,4115 ns	0,3848 ns	0,2513 ns	0,0681 *	0,0012 *	0,2771 ns	0,2340 ns
Booster	0,4471 ns	0,0716 *	0,3675 ns	0,1893 ns	0,1512 ns	0,3595 ns	0,0419 *	0,0814 [*]
Raizer	0,5992 ns	0,5214 ns	0,0345 *	0,5982 ns	0,0079 *	0,0472 *	0,2520 ns	0,7329 ns
Rootex	0,1645 ns	0,0310 *	0,0203 *	0,1536 ns	0,0636 *	0,0433 *	0,3704 ns	0,9370 ns

ns: não significativo; *: significativo a Dunnett, $P \leq 0,05$

Quando a análise foliar de nutrientes, foi realizada, observou-se incremento no teor de nitrogênio em relação à testemunha (Dunnett, $P \leq 0,05$) quando da aplicação de Aminosoil +NK (75 e 125% da dose recomendada), Raizer (125%) e Rootex (125%) (Figura 4). Em relação ao acúmulo de fósforo e enxofre, houve efeito apenas da aplicação de Booster, com diferença em relação à testemunha para teor de fósforo com aplicação de 150% da dose recomendada, e aumento do teor de enxofre em todos os tratamentos utilizando acima de 25% da dose recomendada.

A Massa Seca de Raiz (MSR) foi a única das variáveis que não sofreu efeito dos tratamentos. Nesse sentido é interessante avaliar o que alguns autores argumentam sobre as muitas culturas hortícolas, que como o tomate, precisam ser transplantadas para estimular o crescimento da raiz para aumentar a eficiência da absorção de água e nutrientes, a fim de alcançar rendimentos aceitáveis (YAKHIN et al., 2017). Outrossim, o choque do transplante é um problema comum, que afeta gravemente o crescimento das plantações em um curto período de tempo e às vezes causa a morte de mudas (XU e GEELLEN, 2018).

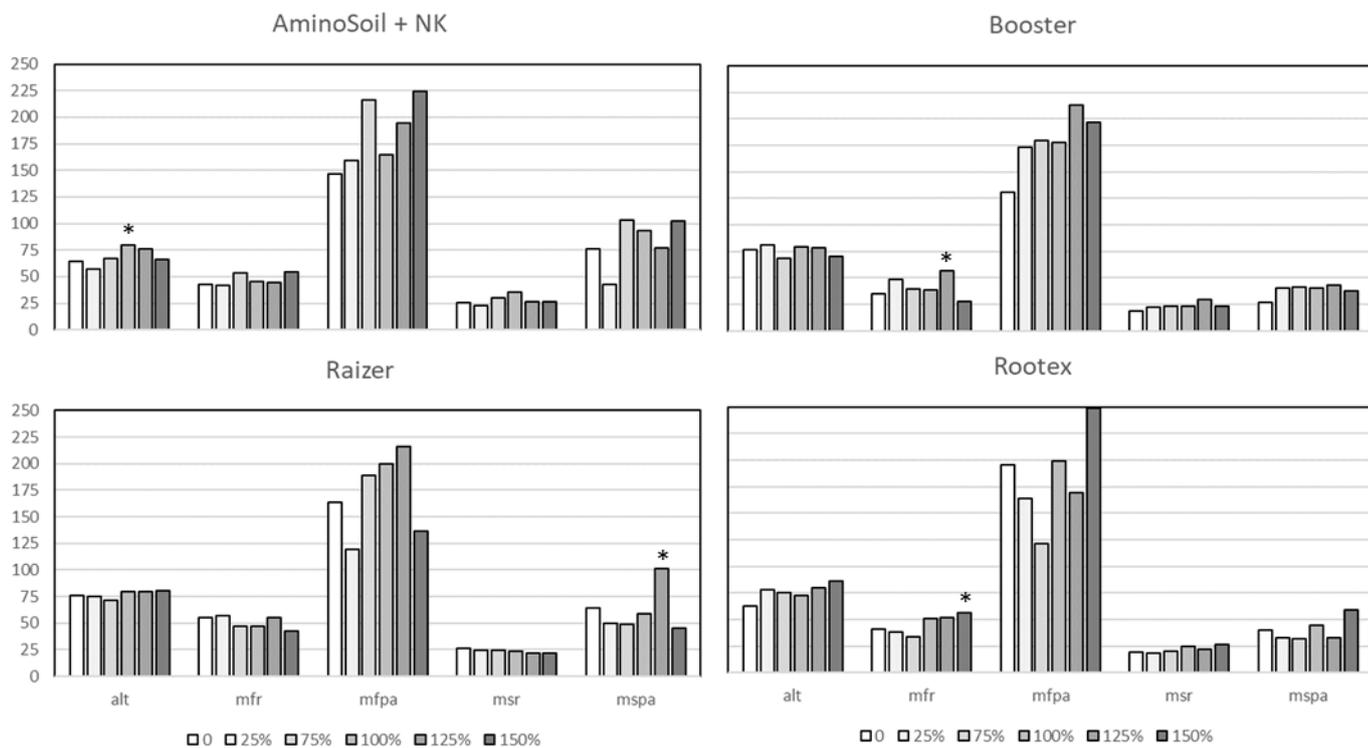


Figura 3: Valores para as variáveis das análises biométricas para os bioestimulantes nas diferentes doses aos 52 dias após o transplante. Urutá (GO), 2019.

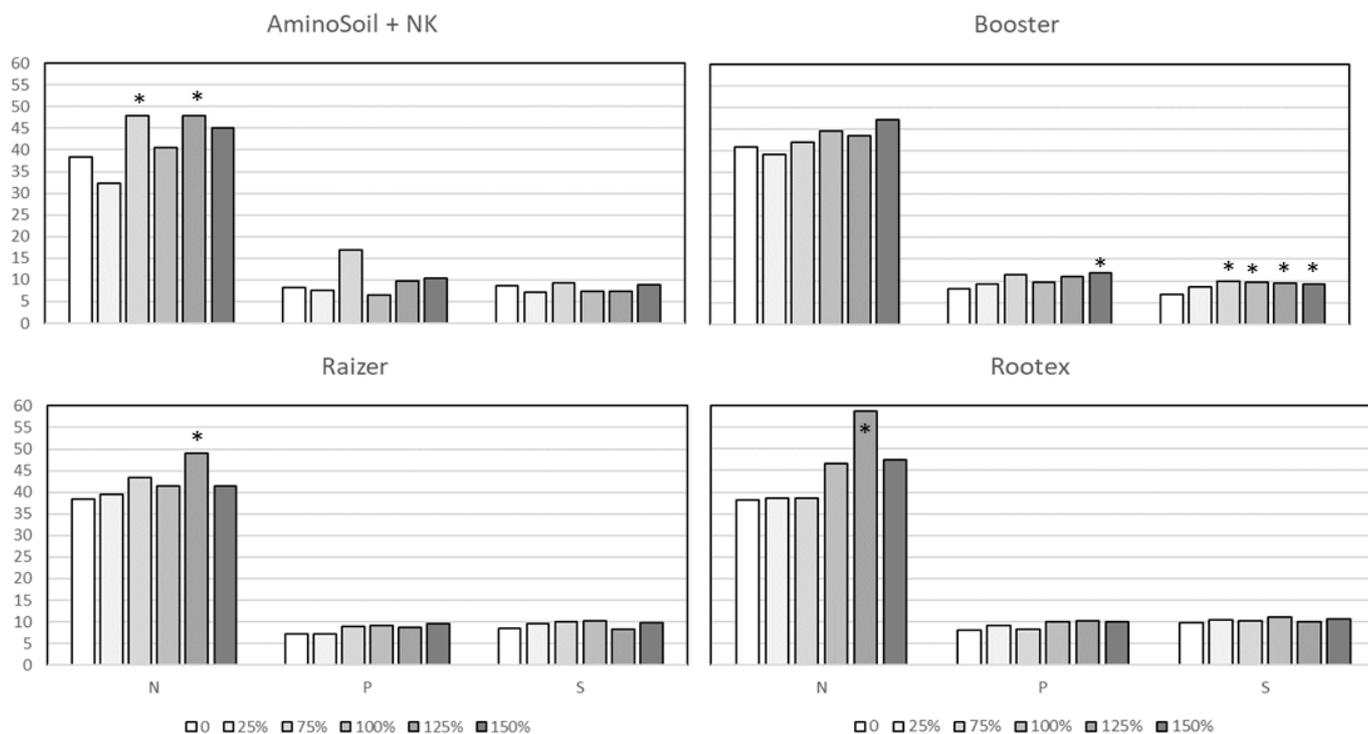


Figura 4: Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) em folhas de tomateiro em resposta à diferentes doses de bioestimulantes aos 52 dias após o transplante. Urutá (GO), 2019.

A maior altura demonstrada na maioria das plantas de tomate tratadas com os diferentes bioestimulantes em comparação com as plantas não tratadas está de acordo com estudos anteriores em diferentes espécies de plantas e bioestimulantes (CRISTIANO et al., 2018; KOCIRA et al., 2018; POLO;MATA, 2018). A presença de moléculas sinalizadoras em estímulos biológicos, que podem ser aminoácidos livres, promove a biossíntese de hormônios vegetais endógenos, estimulando o crescimento (ROUPHAEL et al., 2017). Talvez esse fato possa ter ocorrido nas mudas analisadas e tratadas com os diferentes bioestimulantes. O teor de matéria seca nas raízes do estudo cultivar Karotan foi alto e, em média, representou 14,5%, a alta concentração de matéria seca também é confirmada por estudos anteriores desta cultivar (SZCZEPANEK et al., 2017).

O fato de os tratamentos com NK e Aminosoil proporcionarem incrementos na parte aérea da planta (Figura 4) pode ser atribuído a seu efeito nutricional e não à promoção do crescimento radicular. O NK é constituído de macro (nitrogênio (0,9%), potássio (17%)) e micronutrientes (magnésio (2,0%), zinco (1,0%), boro (0,25%)), os quais têm forte ligação com a formação da parte aérea das plantas. Além disso, Aminosoil contém aminoácidos. Maior teor de N nas folhas corrobora esta hipótese.

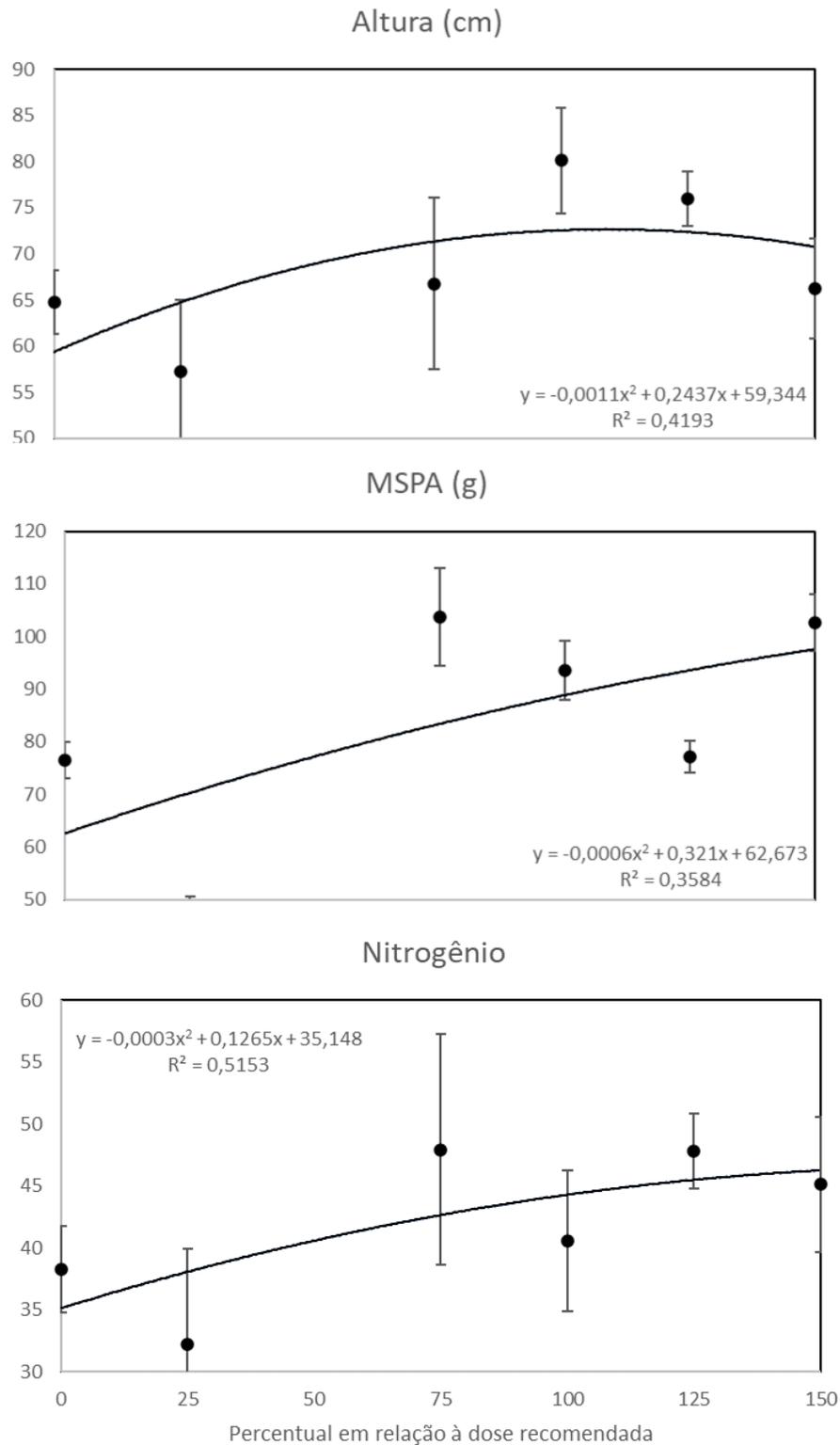


Figura 5: Efeito do tratamento com diferentes doses de Aminosoil + NK sobre as variáveis altura de planta, massa seca de parte aérea (MSPA) e teor de nitrogênio nas folhas. Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ($P \leq 0,05$).

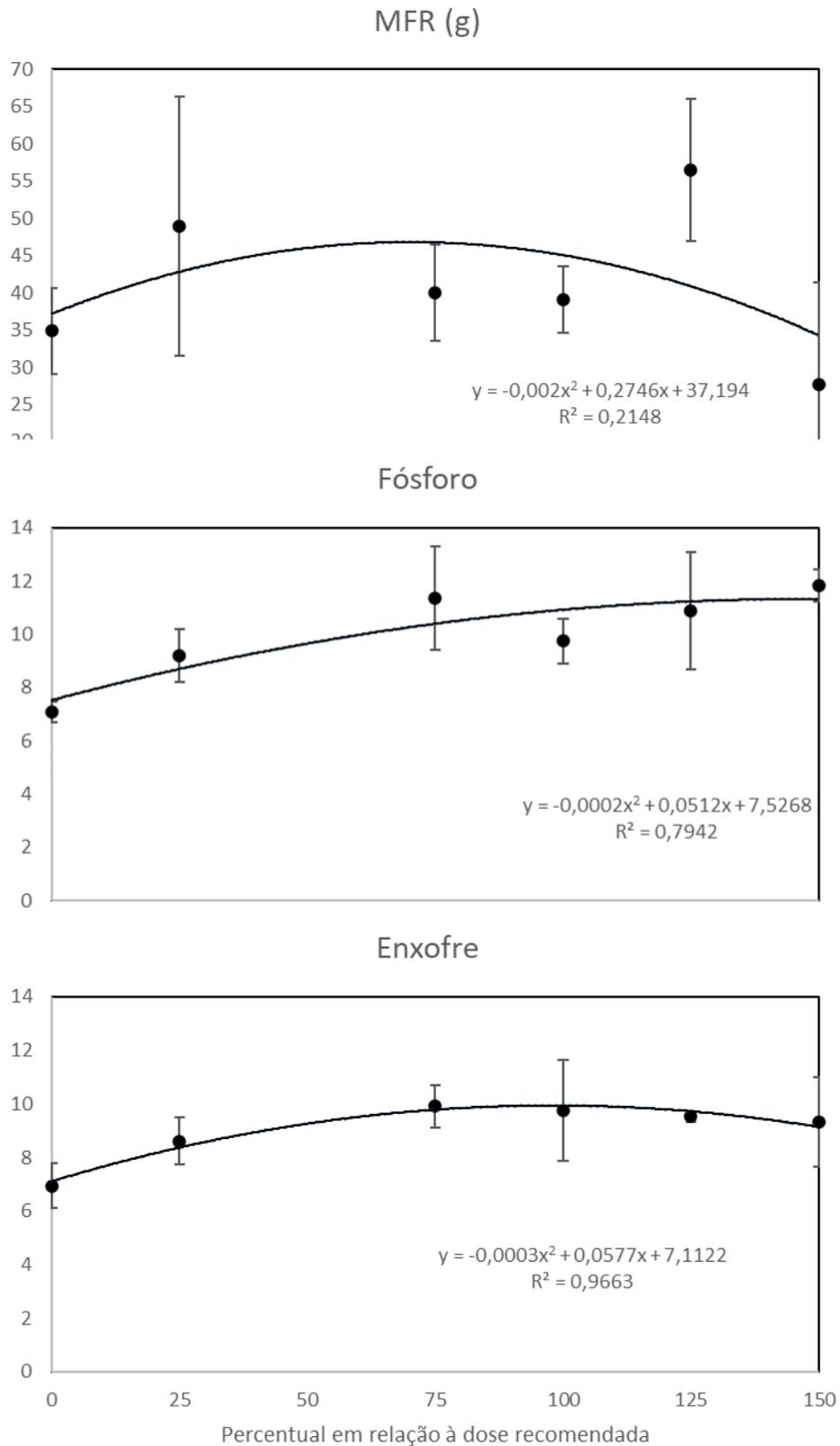


Figura 6: Efeito do tratamento com diferentes doses de Booster sobre as variáveis massa fresca de raiz (MFR) e teor de fósforo e enxofre nas folhas. Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ($P \leq 0,05$).

O nitrogênio está relacionado aos processos fisiológicos mais importantes que ocorrem nas plantas, como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade radicular, absorção de íons de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética, entre outros (TAIZ et al., 2017). A quantidade de nitrogênio absorvido varia durante o ciclo de crescimento das plantas, dependendo do número de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso da raiz. Geralmente, essa quantidade aumenta gradualmente durante o crescimento vegetativo, atinge o máximo durante a fase reprodutiva e diminui durante a fase de enchimento de grãos (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

O manejo de fertilizantes nitrogenados é um fator que afeta o crescimento das plantas, a fotossíntese e a qualidade dos frutos. Geralmente, ele é aplicado em pequenas doses durante a estação de crescimento para evitar a perda excessiva de nitrogênio e frequentemente na fertirrigação com água irrigada (WANG et al., 2010; RONGA et al., 2015). Os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas, sendo parte integrante das estruturas orgânicas, ativadores enzimáticos ou reguladores osmóticos. De acordo com as necessidades de um determinado nutriente para o desenvolvimento da planta, ele pode ser considerado um macronutriente ou micronutriente, sendo que o nitrogênio (N) e o Fósforo (P) são dois importantes fatores limitantes, nutrientes necessários para o crescimento da planta (CLEMENTE; BOITEUX, 2012).

No caso do Booster, o fato de possuir composição orgânica rica e diversificada, que resulta em efeito auxínico dominante pode ter influenciado para que este tenha promovido o crescimento radicular. Corroborando este fato a questão de seu uso com 125% da dose recomendada ter diferido da testemunha em relação à MFR, ao teor de fósforo e ao enxofre (Figura 6). O fósforo participa de processos importantes na planta, como fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia além de promover a rápida formação das raízes (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA;GIORDANO, 2000; FERNANDEZ et al., 2002; THUME, 2013; FERNANDES et al., 2007; SEDIYAMA, 2014). Ele é um elemento de baixa mobilidade no solo, sendo que produtos que estimulam o enraizamento podem auxiliar a planta a explorar melhor o substrato e, por consequência, aumentar a absorção deste nutriente.

Os tratamentos com Booster também proporcionou maior teor de enxofre nas folhas. O enxofre é encontrado no solo principalmente como sulfatos inorgânicos e compostos orgânicos. Ele precisa ser mineralizado para o ânion sulfato (SO_4^{2-}) ser

absorvido pelas plantas. O enxofre da atmosfera, na forma de dióxido de enxofre (SO₂) fornece grandes quantidades de enxofre (20 kg ha⁻¹ ou mais) em áreas onde são queimados combustíveis fósseis, mas a limpeza ambiental pela diminuição do uso dessas fontes tem levado a uma maior necessidade de fertilização com enxofre em anos recentes (REETZ, 2017). Ele é um nutriente que está relacionado à síntese de proteínas e é um componente de certos aminoácidos, vitaminas e hormônios, contribui no desenvolvimento da raiz, aumenta a vitalidade e a robustez da planta (CLEMENTE; BOITEUX, 2012).

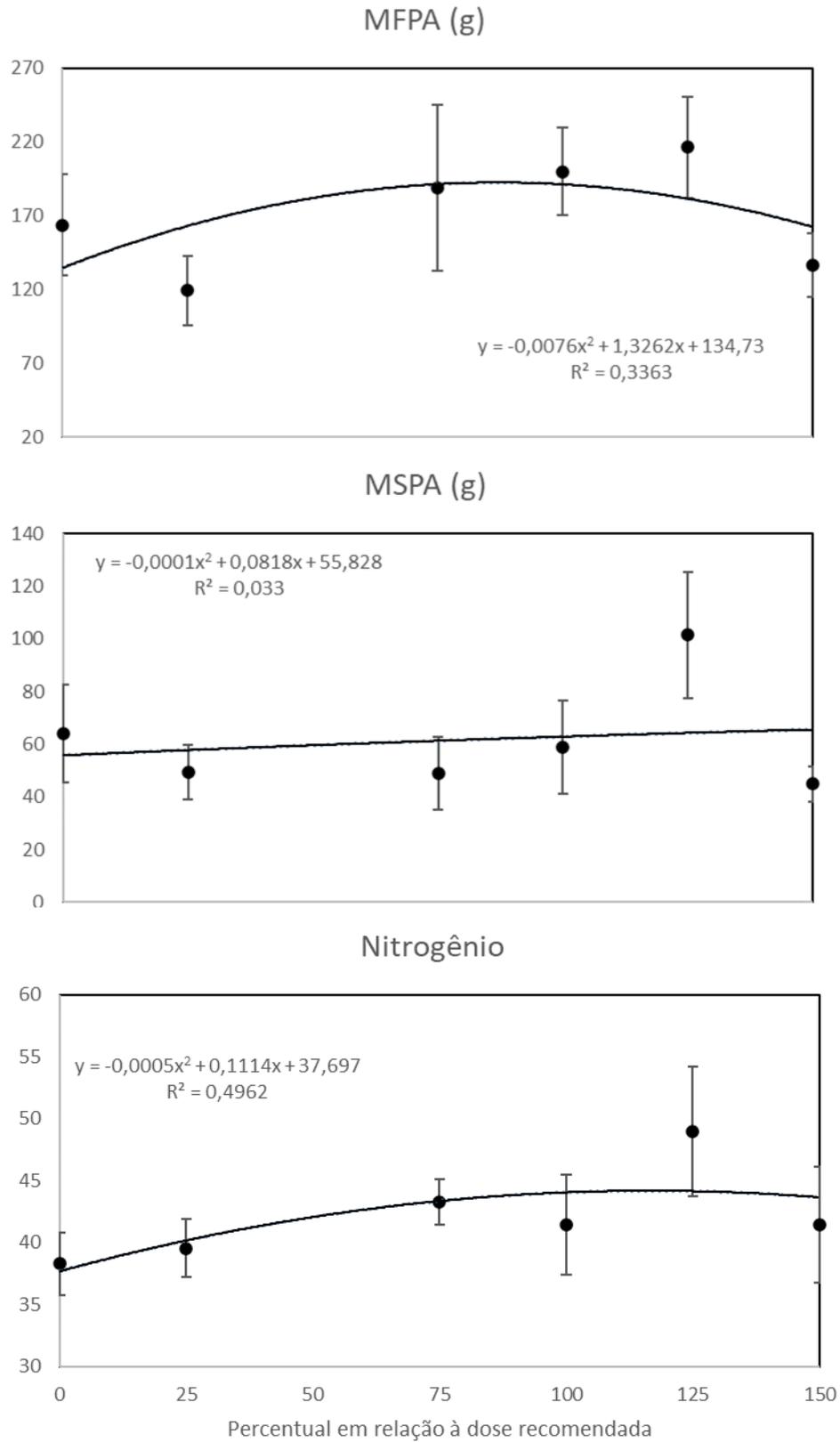


Figura 7: Efeito do tratamento com diferentes doses de Raizer sobre as variáveis massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) de parte aérea e teor de nitrogênio nas folhas. Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ($P \leq 0,05$).

Os tratamentos com Raizer, o qual é um composto rico em matéria orgânica, promoveram melhor desenvolvimento de parte aérea, com conseqüente acúmulo de nitrogênio (Figura 7). Em trabalhos com outras solanáceas, mas, utilizando também bioestimulantes, Du Jardin (2015), observou que estes produtos podem aumentar alguns metabólitos importantes nos processos químicos das plantas estudadas. Tal fato pode promover o maior desenvolvimento da parte aérea, mesmo que não haja desenvolvimento radicular maior.

O bioestimulante Rootex proporcionou estímulo à maior número de variáveis (figura 8).

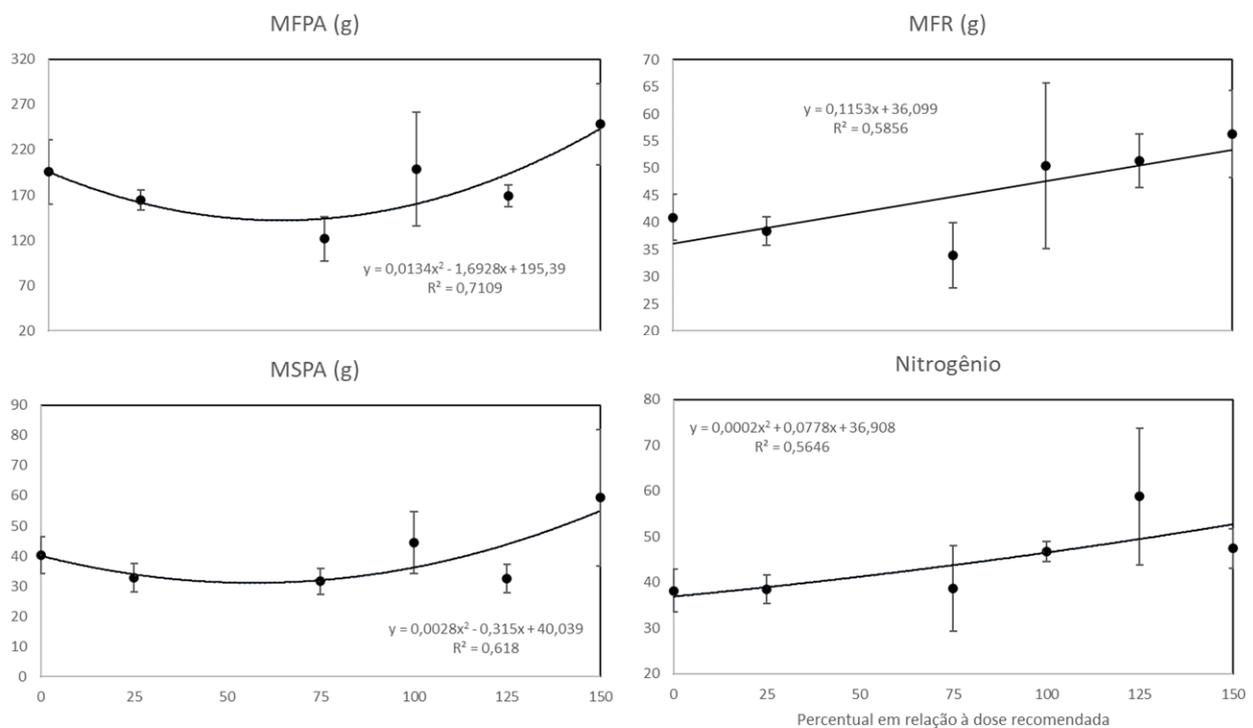


Figura 8: Efeito do tratamento com diferentes doses de Rootex sobre as variáveis massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) de parte aérea, massa fresca de raiz (MFR) e teor de nitrogênio nas folhas. Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ($P \leq 0,05$).

É produto muito rico, composto por uma mistura de aminoácidos, ácidos orgânicos e nutrientes. A presença de auxinas e aminoácidos podem explicar seu efeito no crescimento tanto de parte aérea, como de raízes. O alto teor de fósforo (47%), também justifica melhor crescimento de raiz, haja vista a importância já mencionada deste elemento no enraizamento.

O período de tratamento após o transplante apresentou efeitos dos quatro tipos de bioestimulantes e como as diferentes dosagens distinguiram seus modos especializados de ação. Esses efeitos sugerem que a aplicação de diferentes bioestimulantes no momento do transplante da muda do tomateiro é eficiente e eficaz no sentido de facilitar o melhor crescimento da planta e durante e seu ciclo vegetativo. Ainda, as aplicações combinadas de vários bioestimulantes podem ser mais eficazes na redução do choque de transplante e assim facilitar o melhor enraizamento desta no solo o que contribui para minimizar os custos e eventuais perdas de mudas para o produtor rural.

4. Conclusão

Bioestimulantes comerciais tiveram efeito sobre o desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro. O tratamento com NK+Aminosoil promoveu incremento para altura de plantas, MSPA e teor de N nas folhas com as melhores doses variando entre 75 e 100% da dose recomendada. Rootex proporcionou incrementos na MFR, MFPA, MSPA e teor de N, com uso de 125 e 150% da dose recomendada. O Booster teve efeito positivo sobre o desenvolvimento radicular (MFR e MSR), com aumento nos teores de P e S nas aplicações variando de 125 a 150% da dose recomendada. O Raizer permitiu maior desenvolvimento de parte aérea (MFPA e MSPA), com aumento nos teores de N com aplicação de 125% da dose recomendada. O uso isolado ou em conjunto destes produtos pode se constituir de prática no cultivo de tomate à campo.

O melhor produto usado neste trabalho foi o Booster com as dosagens 125 a 150 % tendo efeito positivo sobre o desenvolvimento radicular (MFR e MSR). Ele vai acelerar o processo de germinação no sentido de antecipar a formação do sistema radicular, principalmente de pelos radiculares. Estes pelos são a verdadeira alma da raiz e não apenas possibilitam o melhor desenvolvimento do sistema radicular mas também proporcionam à planta maior estabilidade/equilíbrio funcional, obtendo assim plantas mais vigorosas.

5. Referências bibliográficas

BAGLIERI, A.; CADILI, V.; MONTERUMICI, C.M.; GENNARI, M.; TABASSO, S.; MONTONERI, E.; NARDI, S.; NEGRE, M. Fertilization of bean plants with tomato plants hydrolysates. Effect on biomass production, chlorophyll content and N assimilation. **Sci. Hortic.** v. 176, 194–199, 2014. Disponível em: DOI:[10.1016/j.scienta.2014.07.002](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.002). Acesso em: 20 ago. 2020.

BOTTA, A. Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: An approach to their mode of action. In I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture; Silva, S.S., Brown, P., Ponchet, M., Eds.; **International Society for Horticultural Science**: Leuven, Belgium, v. 1009, p. 29–35, 2013. Disponível em: DOI: 10.17660 / ActaHortic.2013.1009.1. Acesso em: 21 ago. 2020

BULGARI, R.; COCETTA, G.; TRIVELLINI, A.; VERNIERI, P.; FERRANTE, A. Biostimulants and crop responses: a review. **Biol Agric Hortic**, v.31, p 1–17, 2015. Disponível em: DOI: 10.1080/01448765.2014.964649. Acesso em: 12 ago. 2020.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, Apr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 29 ago. 2020.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIARA, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEIC, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, p 15–27, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>. Acesso em: 12 ago. 2020.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Front. Plant Sci.**, v. 5, n. 448, 2014. Disponível em: doi: 10.3389/fpls.2014.00448. Acesso em: 12 ago. 2020.

CRISTIANO, G.; PALLOZZI, E.; CONVERSA, G.; TUFARELLI, V.; DE LUCIA, B. Effect of an Animal-Derived Biostimulant on the Growth and Physiological Parameters of Potted Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.). **Front. Plant Sci.** v. 9, p.861,2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00861>. Acesso em: 12 set. 2020.

CHUBERRE, C.; PLANCOT, B.; DRIOUICH, A.; MOORE, J. P.; BARDOR, M.; GUGI, B.; VICRE, M. Plant immunity is compartmentalized and specialized in roots. **Front. Plant Sci.** v.9. 2018. Disponível em: doi: [10.3389/fpls.2018.01692](https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01692). Acesso em:

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, p.344, 2012.

DHOUIB, H.; ZOUARI, I.; ABDALLAH, D. B.; BELBAHRI, L.; TAKTAKA, W.; TRIKI, M. A.; TOUNSI, S. Potential of a novel endophytic *Bacillus velezensis* in tomato growth promotion and protection against Verticillium wilt disease. **Biological Control**, v. 139, n.104092, p 1-11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104092>. Acesso em: 12 ago. 2020.

DONG, C.; WANG, G.; DU, M.; NIU, C.; ZHANG, P.; ZHANG, X.; MA, D.; MA, F.; BAO, Z. Biostimulants promote plant vigor of tomato and strawberry after

transplanting. **Scientia Horticulturae**. v. 267, n. 109355, p.1-9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109355>. Acesso em: 13 ago. 2020.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Sci. Hortic.** v. 196, p. 3-14, 2015, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ERTANI, A.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; SAMBO, P.; SANCHEZ-CORTES, S.; NARDI, S. *Capsicum chinensis* L. growth and nutraceutical properties are enhanced by biostimulants in a long-term period: Chemical and metabolomic approaches. **Front. Plant Sci.**,v. 5, 2014. Disponível em: doi: [10.3389/fpls.2014.00375](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00375). Acesso em: 14 set. 2020.

FAO-Stat (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2020. Statistics Division. Rome, Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 04 set. 2020.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v.20, n. 4, p.564-570, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Pgfp3KnF8fSrwr63YyStqfS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 9 fev. 2021.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, D. J. H.; BARBOSA, J. G.; PEDROSA A. W. Cultivo sucessivo de plantas de tomate oriundas de sementes e propagação vegetativa em sistema hidropônico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.7, p.1013-1019, jul. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700014>. Acesso em: 9 fev. 2021.

FERREIRA, D.F. (2011) – Sisvar: Um sistema de análise estatística computadorizada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em: 12 ago. 2020.

GOÑI, O.; QUILLE, P.; O'CONNELL, S. Ascophyllum nodosum extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.126, p 63–73, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.02.024>. Acesso em: 12 ago. 2020.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A. I.; SCALSCHI, L.; GARCÍA-AGUSTÍN, P.; CAMAÑES, G. Tomato root development and N assimilation depend on C and ABA content under different N sources. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 148, p. 368-378, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.031>. Acesso em: 12 ago. 2020.

KOCIRA, S.; SZPARAGA, A.; KOCIRA, A.; CZERWINSKA, E.; WOJTOWICZ, A.; BRONOWICKA-MIELNICZUK, U.; KOSZEL, M.; FINDURA, P. Modeling biometric traits, yield and nutritional and antioxidant properties of seeds of three soybean cultivars through the application of biostimulant containing seaweed and amino acids. **Front.**

Plant Sci. v. 9, p.388, 2018. Disponível em: doi: 10.3389/fpls.2018.00388. Acesso em: 12 ago. 2020.

LI, X.; ZHONG, Q.; LI, Y.; LI, G.; DING, Y.; WANG, S.; LIU, Z.; TANG, S.; DING, C.; CHEN, L. Triacantanol reduces transplanting shock in machine-transplanted rice by improving the growth and antioxidant systems. **Front. Plant Sci.** v.7, n.872, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00872>. Acesso em: 21 fev. 2021.

LUCINI, L.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; CANAGUIER, R.; KUMAR, P.; COLLA, G. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Sci. Hortic.*,v. 182, 124–133, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.022>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MALAVOLTA, E.; VITTI C. G.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo, p.319, 1997.

NAVARRO-GONZÁLEZ, I. ; GARCÍA-VALVERDE, V.; GARCÍA-ALONSO, J.; PERIAGO, M. J. Perfil químico, propriedades funcionais e antioxidantes da fibra da casca de tomate. **Food Research International**, v.44, p.1528–1535, 2011. Disponível em: doi: 10.1016 / j.foodres.2011.04.005. Acesso em: 10 fev. 2021.

POLO, J.; MATA, P. Evaluation of a biostimulant (pepton) based in enzymatic hydrolyzed animal protein in comparison to seaweed extracts on root development, vegetative growth, flowering, and yield of gold cherry tomatoes grown under low stress ambient field conditions. **Front. Plant Sci.**v.8, p. 2261, 2018. Disponível em: doi: 10.3389/fpls.2017.02261. Acesso em: 14 set. 2021.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; NASCIMENTO, A. R.; PONTES, N. C.; MOITA, A. W.; ASSUNÇÃO, A. ; GOLYNSKI, A.; INOUE-NAGATA, A. K.; OLIVEIRA, R. T.; CASTRO, Y. O.; MEL, B. J. Desempenho de híbridos de tomate para processamento industrial em pressão de begomovirose e de mancha-bacteriana. **Hortic. Bras.**, v. 32, n. 4, p. 446-452, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362014000400446&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 fev. 2021.

REETZ, H.F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Harold F. Reetz, Jr; Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: Anda, 2017. 178p.

RODRÍGUEZ, F.; PEDRESCHI, R.; FUENTEALBA, C.; KARTZOWA, A.; OLAETA, J. A.; ALVARO, J. E. The increase in electrical conductivity of nutrient solution enhances compositional and sensory properties of tomato fruit cv. Patrón. **Scientia Horticulturae**, v. 244, p 388–398, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.059>. Acesso em: 02 out. 2020.

RONGA, D.; LOVELLI, S.; ZACCARDELLI, M.; PERRONE, D.; ULRICI, A.; FRANCIÀ, E.; MILC, J.; PECCHIONI, N. Physiological responses of processing tomato in organic and conventional Mediterranean cropping systems. **Scientia**

Horticulturae, n. 190, p. 161-172, 2015. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.027>. Acesso em: 14 set. 2020.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; GIORDANO, M.; EL-NAKHEL, C.; KYRIACOU, M.C.; DE PASCALE, S. Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars. **Sci. Hortic.**, v. 226, p. 353–360 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.007>. Acesso em: 13 ago. 2020.

SARRUGE, J. R.; H. P. HAAG, 1974. **Análises químicas em Plantas**. E. S. A. "Luiz de Queiroz", Livroceres Ltda., Piracicaba, SP.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.18, n.6, p.588–594, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000600004>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Ver .ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 627 p, 2009.

SILVA, J. B.C; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças. p.168, 2000.

SZCZEPANEK, M.; WILCZEWSKIA, E.; POBEREŻNYB, J.; WSZELACZYŃSKAB, E.; OCHMIANC, I. Carrot root size distribution in response to biostimulant application. *Acta Agriculturae Scandinavica, SECTION B — Soil & Plant Science*, v. 67, n. 4, p. 334–339, 2017. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2017.1278783>. Acesso em: 12 ago. 2020.

TAIZ et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**; 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, cap.5,pag.119, 2017.

THUME, M. A.; DIAS, L. E.; SILVEIRA, M. A.; ASSIS, I. R. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. **Rev. Ceres**, v. 60, n. 6, p. 863-875, 2013 . Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2013000600015&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 fev. 2021.

WANG, X.; SAMO, N.; LI, L.; WANG, M.; QADIR, M.; JIANG, K.; QIN, J.; RASUL, F.; YANG, G.; HU, Y. Root Distribution and Its Impacts on the Drought Tolerance Capacity of Hybrid Rice in the Sichuan Basin Area of China. **Agronomy**, v. 9, n. 79, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy9020079>. Acesso em: 26 out. 2020.

XU, L.; GEELEN, D. Developing biostimulants from agro-food and industrial byproducts. **Front. Plant Sci.** v. 9, n.1567. 2018. Disponível em:

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, n. 2049, p 1-32, 2017. Disponível em: <http://doi: 10.3389/fpls.2016.02049>. Acesso em: 12 ago. 2020.