

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

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE FRUTOS DE  
TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL  
PULVERIZADOS COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

Autora: Vanderli Bertonha Pavan  
Orientadora: Clarice Aparecida Megguer  
Coorientador: Cícero José da Silva

MORRINHOS – GO

2019

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

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE FRUTOS DE  
TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL  
PULVERIZADOS COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

Dissertação apresentada, como parte das exigências para 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

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

P337c Pavan, Vanderli Bertonha.  
Características fisiológicas de frutos de tomate para processamento industrial pulverizados com fertilizante organomineral. / Vanderli Bertonha Pavan. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2019.  
65 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.

Coorientador: Dr. Cícero José da Silva.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2019.

1. *Solanum lycopersicon* L. 2. Aminoácidos. 3. Adubos e fertilizantes orgânicos. I. Megguer, Clarice Aparecida. II. Silva, Cícero José da. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 635.64:631.86

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, 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 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 Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                          | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação        | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização   | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação               | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional | Tipo:   |

Nome Completo do Autor: Vanderli Bertonha Pavan  
Matrícula: 20171043304I0119  
Título do Trabalho: Características Fisiológicas de Frutos de Tomate para Processamento Industrial Pulverizados com Fertilizante Organomineral.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/09/19

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos 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;
- 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.

Morrinhos 16/09/19  
Local Data

Vanderli Bertonha Pavan

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]  
Assinatura do(a) orientador(a)

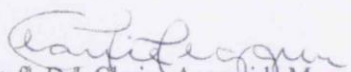
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE FRUTOS DE  
TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL  
PULVERIZADOS COM FERTILIZANTES  
ORGANOMINERAL

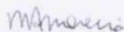
Autora: Vanderli Bertonha Pavan  
Orientadora: Clarice Aparecida Megguer

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Sistema  
de Produção em Olerícolas.

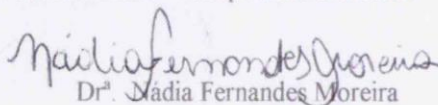
APROVADA em 25 de junho de 2019.



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Clarice Aparecida Megguer  
Presidente da Banca  
IF Goiano – Campus Morrinhos



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marialva Alvarenga Moreira  
Avaliadora Externa  
IF Sul de Minas – Campus Inconfidentes



Dr.<sup>a</sup> Nadia Fernandes Moreira  
Avaliadora Externa  
Pós-Doutoranda- IF Goiano – Campus Morrinhos

## AGRADECIMENTOS

Ao nosso mestre Jesus, pela oportunidade de realizar esse trabalho com saúde e perseverança.

A minha mãe que fez o possível para que esse sonho se tornasse realidade, mesmo com a dor da ausência do meu pai, do qual, também, incentivara tantas vezes não desistir dessa trajetória.

Ao meu esposo e filha, pela parceria, compreensão e paciência.

As minhas irmãs e cunhados, pelo apoio.

Aos meus tios Roberval e José, por não deixarem de acreditar.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, por conceder essa grande oportunidade.

A professora Clarice Aparecida Megguer e ao professor Cícero José da Silva, ambos, pelo admirável conhecimento, orientação, humildade e confiança em realizar este trabalho juntos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Olericultura, pelas contribuições e ensinamentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, pela bolsa de estudos.

A empresa Alltech do Brasil, pela parceria.

Aos colegas: Wallace, Murilo, Rhayf, Ana Carolina, Iara, Marina, Letícia e Tuane, pelo apoio nas instalações e avaliações dos experimentos, além da amizade, companheirismo e convivência.

Aos funcionários da fazenda: “Lobo” e Ronaldo, pelas colaborações.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para o alcance deste objetivo.

Dedico ao meu amado pai, Carlos Alberto Pavan (*in memoriam*).

## BIOGRAFIA DO AUTOR

VanderliBertonha Pavan, filha de Roseli Luzia Bertonha Pavan e Carlos Alberto Pavan (*in memoriam*). Nasceu no dia 04 do mês de maio de 1987 em Jundiá – São Paulo. Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás no ano de 2012. Ingressa ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos no ano de 2017 com conclusão em 2019.



## ÍNDICE GERAL

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO EM FRUTOS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PULVERIZADOS COM PRODUTO À BASE DE METIONINA .....	10
RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 Local de estudo e material utilizado.....	13
2.2 Características avaliadas de frutos em pós-colheita.....	17
2.3 Análise estatística.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4. CONCLUSÃO.....	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
CAPÍTULO II.....	27
APLICAÇÃO DE PRODUTO À BASE DE AMINOÁCIDOS E POTÁSSIO EM PLANTAS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL EM FASE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS.....	27
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	28
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	30

2.1	Local de estudo.....	30
2.2	Material vegetal e tratos culturais.....	31
2.3	Delineamento experimental e imposição dos tratamentos .....	32
	Tratamento.....	33
	Dosagem .....	33
	Época de aplicação.....	33
2.4	Colheita e características avaliadas .....	36
2.5	Análise Estatística .....	41
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.	CONCLUSÃO.....	47
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

## RESUMO

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, junho de 2019. **Características fisiológicas de frutos de tomate para processamento industrial pulverizados com fertilizante organomineral.** Orientadora: Clarice Aparecida Megguer e coorientador: Cícero José da Silva.

Objetivou-se definir a dose do produto comercial (Bulk®: 12% K + 20% aminoácidos (metionina e cisteína)), na cultura do tomate para processamento industrial, à base de aminoácidos, especificamente metionina, precursor primário do etileno, e verificar suas implicações nas características como: tamanho e firmeza dos frutos, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, rendimento de polpa, produtividade e maturação dos frutos. O experimento foi conduzido a campo em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e cada parcela experimental correspondendo a 26 plantas em linhas duplas. Os tratamentos foram compostos por: T1: controle; T2: 1,5 Lha<sup>-1</sup> Bulk®; T3: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk®; T4: 4,5 Lha<sup>-1</sup> Bulk® e aplicados aos 84 dias após o transplante das mudas (DAT), momento no qual os primeiros frutos mudaram da cor verde para a cor amarelo-laranja. Realizou-se a colheita de duas plantas por parcela experimental, colhidas de forma manual e aleatória das fileiras centrais. As doses 3,0 Lha<sup>-1</sup> e 4,5 Lha<sup>-1</sup> incrementaram, respectivamente, em 7% e 4%, a percentagem de frutos vermelhos, sendo esse um dos principais objetivos do presente estudo. No entanto, na dose de 4,5 Lha<sup>-1</sup> foi observado redução de 20% na firmeza dos frutos em relação aos demais tratamentos. Destaca-se aumento de 5% e 7%, respectivamente, nas doses citadas, nos parâmetros massa da matéria fresca média dos frutos e produtividade. Já para as demais características não foi possível ajustar uma análise de regressão polinomial comparando os parâmetros avaliados em função dos tratamentos, ao nível de

significância de até 5%. Em um segundo experimento, considerando a melhor dose do experimento anterior, objetivou-se identificar se a aplicação foliar de produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais no início do processo de amadurecimento (sistema 2 de produção do etileno), com foco na produção mais tardia dos frutos de tomate para processamento industrial, interfere na qualidade pós-colheita dos mesmos. O experimento foi conduzido a campo em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e cada parcela experimental correspondendo a 26 plantas em linhas duplas. Os tratamentos, dosagem e época de aplicação dos produtos comerciais foram compostos por: T1: controle; T2: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® (12% K + 20% aminoácidos (metionina e cisteína)) aos 91 DAT (dias após o transplante); T3: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® (20% K + 6% complexo de aminoácidos) aos 91 DAT; T4: 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® (15% K + 1% B + 1,5% Mo + 9% complexo de aminoácidos com predominância de metionina) aos 103 DAT; T5: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish aos 91 DAT; T6: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT, respectivamente; T7: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT, respectivamente; T8: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT, respectivamente. Realizou-se a colheita de duas plantas por parcela experimental, colhidas de forma manual e aleatória das fileiras centrais. Os produtos avaliados, posicionados como adubações suplementares não conseguiram demonstrar seus potenciais devido a certas condições de estresse biótico e abiótico no sistema de cultivo, no entanto, destaca-se que o Bulk® conseguiu manter o mínimo do processo fotossintético das plantas nessas condições.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicon* L.; Amadurecimento; Aminoácidos.

## ABSTRACT

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Goiano Federal Institute - Morrinhos Campus, June 2019. **Physiological characteristics of processed tomatoes fruit sprayed with organomineral fertilizer.** Advisor: Clarice Aparecida Megguer and co-advisor: Cícero José da Silva.

The uniform red color of tomato fruit for industrial processing at harvest time is a critical parameter for obtaining high quality derivatives for processing industry. In addition, the search for agricultural practices that optimize productivity and, while increasing the solubility of soluble solids, is a matter of intense research. In this way, the first objective was to identify the best dose of an amino acid-based commercial product, specifically methionine which is an ethylene precursor, in the fruit maturity evaluation, besides other characteristics evaluated as: fruit size and firmness, soluble solids content, pH, titratable acidity, pulp yield and productivity. The experiment was conducted in a randomized block design (DBC), with five replicates and each experimental plot corresponding to 26 plants in double lines. The treatments were: T1: control; T2: 1.5 Lha<sup>-1</sup>; T3: 3.0 Lha<sup>-1</sup>; T4: 4.5 Lha<sup>-1</sup> and applied at 84 days after transplanting (DAT), when the first fruits changed from green to yellow-orange. Two plants were harvested per experimental plot, manually and randomly collected from the central rows. The doses of 3.0 Lha<sup>-1</sup> and 4.5 Lha<sup>-1</sup> increased, respectively, by 7% and 4%, the percentage of red fruits, which is one of the main objectives of the present study. However, the 4.5 Lha<sup>-1</sup> dose showed a 20% reduction in fruit firmness compared to the other treatments. Noteworthy is the increase of 5% and 7%, respectively, in the doses mentioned, in the parameters mass of fresh average fruit content and yield. For the other characteristics, it was not possible to adjust a polynomial regression analysis

comparing the parameters evaluated as a function of treatments, at a significance level of up to 5%. In a second experiment, considering the best dose from the previous experiment, the objective of this work is to identify if the foliar application of commercial products based on amino acids and nutritional elements at the beginning of the ripening process (ethylene production system 2), with The focus on the later production of tomato fruits for industrial processing interferes with their postharvest quality. The experiment was conducted in a randomized block design with five replications and each experimental plot corresponded to 26 plants in double rows. The treatments, dosage and application time of the commercial products were composed by: T1: control; T2: 3.0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® (12% K + 20% amino acids (methionine and cysteine)) at 91 DAT (days after transplantation); T3: 1.5 Lha<sup>-1</sup>LiquiPlex-Finish® (20% K + 6% amino acid complex) at 91 DAT; T4: 2.0 Lha<sup>-1</sup> Honey® (15% K + 1% B + 1.5% Mo + 9% methionine predominant amino acid complex) at 103 DAT; T5: 3.0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1.5 Lha<sup>-1</sup>LiquiPlex-Finish at 91 DAT; T6: 3.0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® and 2.0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT, respectively; T7: 1.5 Lha<sup>-1</sup>LiquiPlex-Finish® and 2.0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT, respectively; T8: 3.0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1.5 Lha<sup>-1</sup>LiquiPlex-Finish® and 2.0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT, respectively. Two plants were harvested per experimental plot, collected manually and randomly from the central rows. The evaluated products, positioned as supplementary fertilization, could not demonstrate their potential due to certain biotic and abiotic stress conditions in the cultivation system, however, Bulk® stands out, which managed to keep the plant photosynthetic process to a minimum under these conditions.

**KEY WORDS:** *Solanum lycopersicon* L.; Ripening; Amino acids.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura de tomate para processamento industrial, que pode ser consumido também como tomate de mesa, tem grande importância no município de Morrinhos – Goiás. Segundo dados apresentados no 9º Congresso Brasileiro de Tomate Industrial (2018), cultivam-se entre 800 a 1000 há, além de abrigar duas grandes empresas de processamento do tomate, gerando emprego, praticamente, em toda sua cadeia produtiva. Além disso, é rentável aos produtores, pois a remuneração é superior que outros cultivos intercalados, porém de alto risco (Assunção et al., 2013).

O uso de híbridos de alto potencial produtivo contribui para o aumento de produtividade nesse segmento agrícola (Boiteux et al., 2012), assim como outras práticas adotadas, o uso de fertilizantes foliares com aminoácidos, vêm crescendo de forma intensa nos últimos anos, particularmente em condições adversas de desenvolvimento, além de interagir com a nutrição das plantas, aumentando a eficiência de absorção, transporte e assimilação de nutrientes (Castro; Carvalho, 2014).

Dessa forma, buscando uma maturação concentrada e uniforme dos frutos no momento da colheita, maior firmeza dos frutos para o transporte a granel, aumento da produtividade e/ou no teor de sólidos solúveis, aumento na vida útil pós-colheita, entre outras características agronômicas e industriais, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar as respostas da aplicação foliar de produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais, especificamente, metionina e potássio, em híbridos de tomate para processamento industrial em fase de maturação dos frutos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do tomate para processamento industrial

O tomate (*Solanumlycopersicon* L.) pertence à família Solanaceae, que engloba cerca de 90 gêneros e 1750 espécies (Boiteux et al, 2012). Tem como origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile. A sua domesticação aconteceu no México, mas foram os espanhóis e portugueses que difundiram o tomate pelo mundo (Alvarenga, 2013).

Os principais países produtores são: Estados Unidos (32%), China (16,6%), Itália (13,6%), Espanha (6,3%) e Brasil (4,9%). No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, dados de 2015, a produção nacional foi de aproximadamente 4,2 milhões de toneladas em 65 mil hectares (Luz et al., 2016), dessa 86% da produção se concentra em Goiás, além de sediar 11 das 23 indústrias para processamento de tomate (Vilela et al., 2012).

O Estado de Goiás corresponde, aproximadamente, a 912 mil toneladas, destacando os três municípios que mais produzem: Cristalina (301 mil toneladas), Itaberaí (119 mil toneladas) e Morrinhos (112 mil toneladas). (IBGE, 2015). Nesta última, a cidade abriga duas grandes empresas de processamento do tomate: a Ângelo Aurichio & Cia. Ltda. (marca Olé) e a Dez Indústria e Comércio de Conservas Alimentícias Ltda. (marcas Dez e Predilecta), além de contar com um intenso emprego de tecnologias adotadas pelos produtores (Junior et al., 2015).

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, que se cultiva como anual e pode desenvolver-se de forma rasteira, semiereta ou ereta. No entanto, o crescimento é limitado nas variedades de crescimento determinado, caracterizado pela ausência de dominância apical em que cada ramificação ou haste tem um ramo floral apical, que limita seu desenvolvimento vegetativo (Alvarenga, 2013). Esse hábito de crescimento em que suas hastes atingem cerca de um metro de altura, com folhas pecioladas sendo



que a floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo, é característico de cultivares rasteiras cujos frutos destinam-se para a agroindústria (Filgueira, 2008).

O tipo de crescimento indeterminado, que ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos de mesa, o caule ou ramo principal cresce mais do que as ramificações laterais apresentando dominância apical e, então, as plantas são conduzidas de forma tutorada e podadas quando necessário, já o caule pode chegar a 10 m em um ano (Alvarenga, 2013).

O fruto fresco constitui-se basicamente de água (entre 93 e 95%), baixo poder calórico, baixo teor de matéria seca e é fonte de vitaminas A e C, sais minerais como potássio, cálcio e magnésio. O licopeno, responsável pela cor vermelha dos frutos, é um pigmento fotoquímico que tem propriedades protetivas contra várias doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer como aos relacionados ao aparelho digestivo e o de próstata. O fruto *innatura* tem, em média, 30 mg/kg de licopeno, o suco de tomate cerca de 150 mg/L e o ketchup, em média, 100 mg/kg do produto (Alvarenga; Coelho, 2013).

A implantação da cultura do tomate para processamento industrial é associada aos avanços tecnológicos, principalmente na mecanização do transplante de mudas produzidas em bandejas e da colheita, além do uso de cultivares híbridas com maior potencial produtivo (Lima et al., 2012).

No Estado de Goiás o transplante de inicia em fevereiro e se estende até junho de cada ano, com o objetivo de diminuir a proliferação de pragas e doenças mais agressivas ao tomateiro. No entanto, devem-se considerar os períodos chuvosos que atingem a cultura do tomate nas áreas iniciais transplantadas em fevereiro como para colheitas finais planejadas para outubro (Soares; Rangel, 2012).

Em relação às exigências climáticas, no geral, é que haja um gradiente de temperatura entre o dia e a noite, diurnas de 20 a 25°C e noturnas de 13 a 18°C, disponibilidade de água no solo e umidade relativa do ar variando entre 50 a 70% para um bom desenvolvimento da planta e produção de frutos. Com um fotoperíodo entre 9 e 15 horas de luminosidade diárias o tomateiro é indiferente, no entanto, a baixa intensidade luminosa pode reduzir a produtividade (Alvarenga; Coelho, 2013).

## 2.2 Os híbridos Heinz 9553 e Heinz 9992

A escolha do híbrido de tomate para processamento é de fundamental importância uma vez que requer características do material cultivado que atendam as exigências agrônomicas e industriais. Deve-se levar em consideração: ciclo, teor de sólidos solúveis totais, consistência, coloração, arquitetura da planta, acidez, firmeza, concentração de maturação, resistência a doenças, retenção de pedúnculo, formato e tamanho dos frutos. A maioria tentando atender uma única colheita mecanizada e a qualidade do transporte a granel, além de maior produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) (Melo, 2012).

O híbrido Heinz 9553 é um dos principais híbridos de tomate para processamento industrial e um dos mais plantados no Brasil (Luz et al., 2016). Indicado para épocas de transplante cedo e tardia, com ciclo de 110- 120 dias, considerado de tamanho pequeno o fruto, mas com alta firmeza e baixo potencial de °Brix (em torno de 4,9 a 5,1) e resistente a doenças como: *Verticilliumdahliae*, genes I e I2-*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 1 e 2, *Meloidogyne incógnita* e tolerância ao cancro da haste causado por *Alternaria alternata f. sp. lycopersici* (Soares; Rangel, 2012). Além disso, já foi relatado como superior aos outros genótipos em relação à mancha-bacteriana (Pontes et al., 2012; Nascimento et al., 2013).

O híbrido Heinz 9992 é, também, um dos principais híbridos para processamento industrial. Indicado para época de transplante médio, com ciclo de 120 - 130 dias, considerado de tamanho pequeno o fruto, mas com alta firmeza e baixo potencial de °Brix (em torno de 5,0 a 5,3) e resistente a doenças como: *Verticilliumdahliae*, genes I e I2-*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 1 e 2, *Meloidogyne incógnita*, pinta-bacteriana causada por *Pseudomonassyringa*epv. Tomate raça 0 e tolerância ao cancro da haste causado por *Alternaria alternata f. sp. lycopersici* (Soares; Rangel, 2012).

## 2.3 Maturidade fisiológica e amadurecimento dos frutos

Maturação ou maturidade fisiológica é aquele estágio em que o fruto tenha completado seu desenvolvimento e crescimento natural, ou seja, ele pode ser colhido e após a colheita e manuseio pós-colheita (incluindo amadurecimento quando necessário) sua qualidade será pelo menos mínima aceitável para o consumidor final. Já o processo de amadurecimento inclui características como mudança na textura e na cor, processo

de abscisão, alterações químicas e mudanças fisiológicas do fruto como nos padrões de respiração e produção de etileno nos frutos climatéricos (Figura 1) (Reid, 2002).

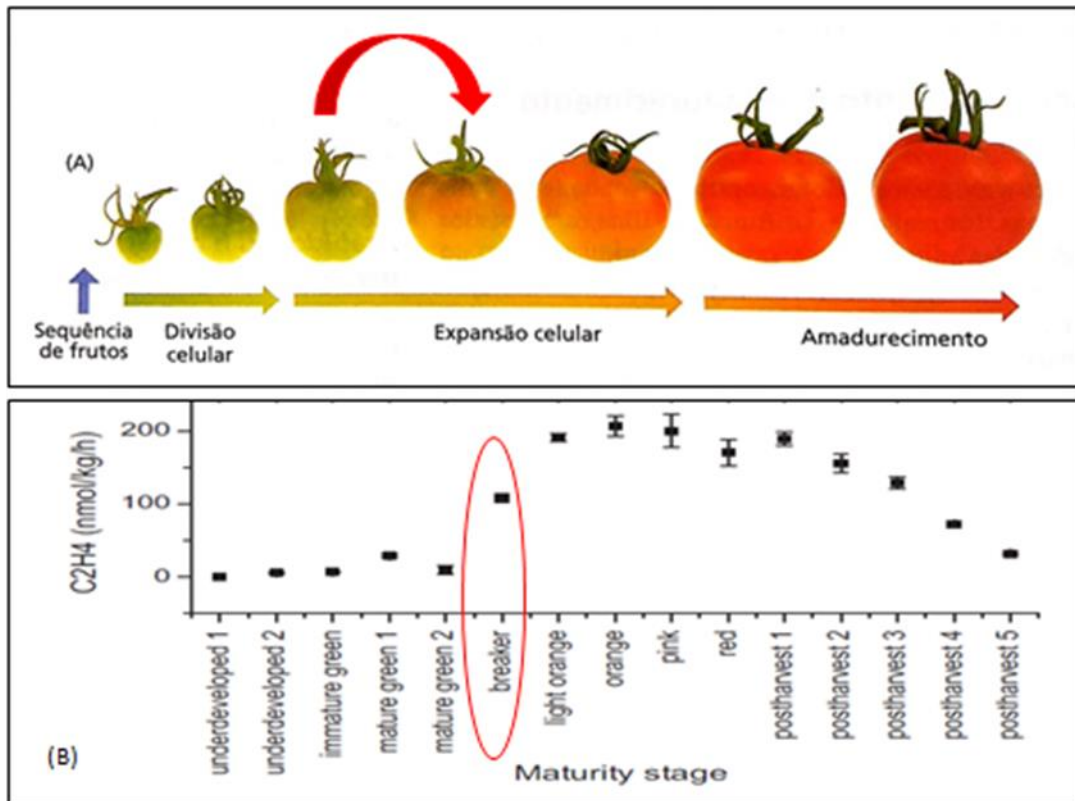


Figura 1. Estágios de desenvolvimento de uma miniatura de tomate (A) (Taizet al., 2017) e relação de resposta relativa para produção de etileno em frutos de tomates em diferentes estágios de maturação e pós-colheita (B) (Oms-Oliu et al., 2011). Estágios de maturidade: subdesenvolvido 1 (G1); subdesenvolvido 2 (G2); verde imaturo (IG); verde maduro 1 (M1); verde maduro 2 (M2); disjuntor (B); laranja-claro (LO); laranja (O); rosa (P); vermelho (R). Estágios pós-colheita: pós-colheita 1 (P1); pós-colheita 2 (P2); pós-colheita 3 (P3); pós-colheita 4 (P4); pós-colheita 5 (P5).

#### 2.4 Importância da metionina

O aminoácido metionina é o precursor primário da biossíntese de etileno (Figura 2). A etapa limitante da taxa na rota é a conversão de S-adenosilmetionina (SAM) em ACC, que é catalisado pela enzima ACC-sintase. A última etapa na rota, a conversão de ACC em etileno, requer oxigênio e é catalisada pela enzima ACC-oxidase. O grupo CH<sub>3</sub>-S da metionina é reciclado via ciclo de Yang e, assim, conservado para a síntese continuada. Além de ser convertido em etileno, o ACC pode ser conjugado ao

N-malonil ACC (Taiz et al., 2017). A síntese e as atividades da ACC sintase e da ACC oxidase são influenciadas por fatores genéticos e condições ambientais, incluindo temperatura e concentrações de oxigênio e dióxido de carbono (Reid, 2002).

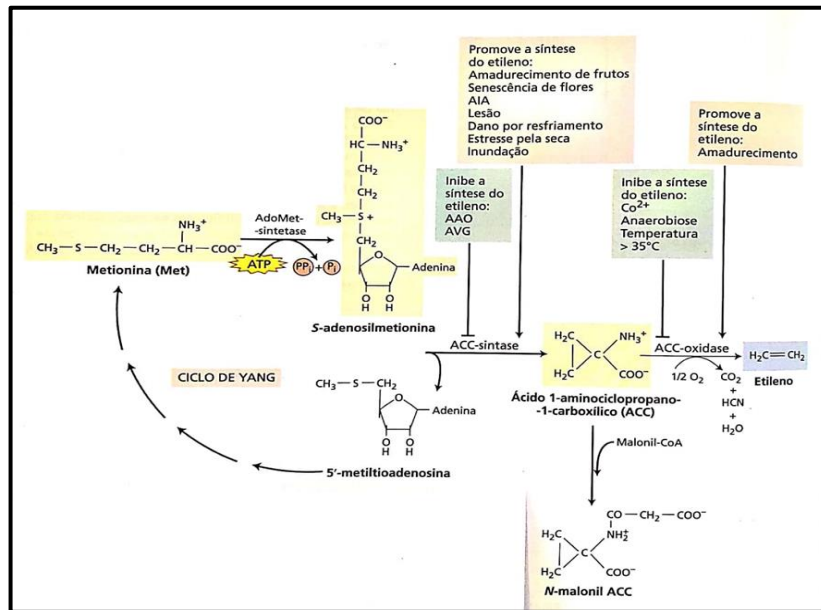


Figura 2. Rota biossintética do etileno e ciclo de Yang (Taiz et al., 2017).

O etileno é um gás com uma estrutura química simples (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), um produto natural do metabolismo das plantas e é produzido por elas em todos os tecidos, regula uma ampla gama de respostas em plantas, incluindo germinação de sementes, expansão e diferenciação celular, quebra de dormência de gemas e sementes, formação de raízes, florescimento, maturação e amadurecimento (desenvolvimento da cor, amolecimento e produção de aromas), senescência de folhas, flores e frutos, além do processo de abscisão dos mesmos, podendo promover diferentes respostas fisiológicas dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, das condições ambientais e da espécie ou cultivar (Taiz et al., 2017).

## 2.5 Importância do potássio

O potássio (K) desempenha papel fundamental como ativador enzimático, melhora a qualidade comercial dos frutos, podendo influenciar a síntese de licopeno que é responsável pelo desenvolvimento da cor vermelha do tomate, além de poder aumentar a produção em cerca de 30%. É um nutriente extraído em maior quantidade pelo tomateiro e a deficiência desse elemento contribui, também, para o amadurecimento desuniforme dos frutos. (Bastos et al., 2013).

Destaca-se, também, como elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois está envolvido na fotossíntese, neutralização elétrica, transporte de metabólitos, osmorregulação e controle da pressão de turgescência em células vegetais vivas (Wang ;Wu, 2017).

## 2.6 Fertilizantes líquidos organominerais classe A

Segundo a Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009, define: “os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais serão classificados de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção em que o tipo classe A são aqueles que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, e não sejam utilizados, no processo, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.

Os fertilizantes organominerais se caracterizam pela mistura de uma fonte de matéria orgânica a um fertilizante mineral e são considerados uma das alternativas para aumentar rendimento das culturas e qualidade da produção (Andrade et al., 2012). A forma líquida enquadra-se nas categorias de ativantes biológicos, estimulantes e reguladores de crescimento, fontes de nutrientes minerais de baixa concentração, condicionadores e agentes umectantes. Entretanto, não há muitas informações a respeito do modo de ação desses produtos e seus efeitos em hortaliças (Oliveira et al., 2018).

Antes a adubação foliar era usada para corrigir deficiências por micronutrientes nas plantas e mais tarde de macronutrientes, permitindo a correção rápida e eficiente, embora exista uma série de fatores que influencia a eficiência de absorção. Entre eles: superfície foliar, composição química da cutícula, idade da folha, seletividade aos nutrientes, composição e pH da solução, assim como luz, disponibilidade de água no solo, temperatura, umidade atmosférica, horário de aplicação, equipamento (Bastos et al., 2013).

Hoje existe um tipo de adubação foliar denominada estimulante ou suplementar, desenvolvido na Alemanha, que propõe aplicações foliares, em pequenas doses, que proporciona um efeito suplementar a adubação radicular, aumentando a quantidade de nutrientes nas plantas. Há poucos trabalhos realizados na cultura do tomate sobre esse manejo, além de que, os fertilizantes geralmente têm aminoácidos em

sua composição, que dificulta identificar qual dos elementos é responsável pela resposta na planta (Bastos et al., 2013).

## 2.7 Referências bibliográficas

ALVARENGA, M. A. R. Origem, Botânica e Descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Editora Universitária de Lavras, cap. 1, p. 13-21, Lavras – MG, 2013.

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor Nutricional. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Editora Universitária de Lavras, cap. 2, p. 25-29, Lavras – MG, 2013.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde**, Pombal, v.7, n.3, p.7-11, 2012.

ASSUNÇÃO, P. E. V.; SPINELLI, E. M. A.; CARDOSO, J. S. Caracterização da Produção de Tomate-Industrial no Município de Morrinhos/GO: da utilização de defensivos à vantagem dos contratos. **Teoria e Evidência Econômica** – Ano 19, n. 40, p.153-168, jan./jun. 2013.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. Nutrição Mineral e Adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Editora Universitária de Lavras, cap. 5, p. 65-130, Lavras – MG, 2013.

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 31-50, 2012.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ/USP, 60p. 2014.

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

JUNIOR, A. R. S.; RIBEIRO, W. M.; NASCIMENTO, A. R.; SOUZA, C. B. Cultivo do Tomate Industrial no Estado de Goiás: Evolução das Áreas de Plantio e Produção.

In: SEGPLAM – IMB: Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Conjuntura Econômica Goiana**, nº 34, p. 97-110, Setembro – 2015.

LIMA, G. G. S.; NASCIMENTO, A. R.; ÁZARA, N. A. Produção de mudas. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 79-101, 2012.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA R. C; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA, A. P. O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 483-490, 2016.

MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agrônômicas e industriais para a produção de atomatados. In: 52ª Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 2, Salvador – Bahia, julho 2012.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES, P. M.; BORGES, L. C.; MOITA, A. W.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Controle químico da mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial em campo. **Horticultura Brasileira** 31: 15-24, 2013.

OLIVEIRA, R. C.; SILVA, J. E. R.; AGUILAR, A. S.; PERES, D.; LUZ, J. M. Q. Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. **Agropecuária Científica no Semiárido** – ACSA, Patos-PB, v. 14, n.1, p. 1-6, 2018.

PONTES, N.C.; MOITA, A. W.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Estabilidade da resistência de ‘Ohio 8245’ e ‘Heinz 9553’ à mancha bacteriana do tomateiro. **Horticultura Brasileira** 30: 99-105, 2012.

REID, M. S. Ethylene in Postharvest Technology. In: KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Third Edition. University of California – Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, p. 149-162, 2002.

SOARES, B. B.; RANGEL, R. Aspectos Industriais da Cultura. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 331-344, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª Edição. Editora Artmed - Porto Alegre-RS, 2017. 858 p.

VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Perfil Socioeconômico da Cadeia Agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p.17-27, 2012.

WANG, Y.; WU, W. H. Regulation of potassium transport and signaling in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, 39, 123–128, 2017.

## CAPÍTULO I

### UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO EM FRUTOS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PULVERIZADOS COM PRODUTO À BASE DE METIONINA

#### RESUMO

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – junho de 2019. **Uniformidade de maturação em frutos de tomate para processamento industrial pulverizados com produto à base de metionina.** Orientadora: Clarice Aparecida Megguer e coorientador: Cícero José da Silva.

A cor vermelha e uniforme dos frutos de tomate para processamento industrial no momento da colheita é um parâmetro crítico para obtenção de derivados de alta qualidade para a indústria processadora. Assim, objetivou-se com este trabalho identificar a melhor dose de um produto comercial (Bulk®) à base de aminoácidos, especificamente metionina, aminoácido precursor do etileno, na maturação dos frutos, além de outras características avaliadas como: tamanho e firmeza dos frutos, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, rendimento de polpa e a produtividade. O experimento foi conduzido a campo em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e cada parcela experimental correspondendo a 26 plantas em linhas duplas. Os tratamentos foram compostos por: T1: controle; T2: 1,5 Lha<sup>-1</sup>Bulk®; T3: 3,0



Lha<sup>-1</sup>Bulk®; T4: 4,5 Lha<sup>-1</sup>Bulk® e aplicados aos 84 dias após o transplante das mudas (DAT), momento no qual os primeiros frutos mudaram da cor verde para a cor amarelo-laranja. Realizou-se a colheita de duas plantas por parcela experimental, colhidas de forma manual e aleatória das fileiras centrais. As doses 3,0 Lha<sup>-1</sup> e 4,5 Lha<sup>-1</sup> incrementaram, respectivamente, em 7% e 4%, a percentagem de frutos vermelhos, sendo esse um dos principais objetivos do presente estudo. No entanto, na dose de 4,5 Lha<sup>-1</sup> foi observado redução de 20% na firmeza dos frutos em relação aos demais tratamentos. Destaca-se aumento de 5% e 7%, respectivamente, nas doses citadas, nos parâmetros massa da matéria fresca média dos frutos e produtividade. Já para as demais características não foi possível ajustar uma análise de regressão polinomial comparando os parâmetros avaliados em função dos tratamentos, ao nível de significância de até 5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metionina; Amadurecimento de frutos; *Solanum lycopersicon* L.; Tomate para processamento industrial.

## ABSTRACT

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Goiano Federal Institute - Morrinhos Campus, June 2019. **Uniformity of maturation in tomato fruit for industrial processing pulverized with methionine-based product.** Advisor: Clarice Aparecida Megguer and co-advisor: Cícero José da Silva.

The uniform red color of tomato fruit for industrial processing at harvest time is a critical parameter for obtaining high quality derivatives for processing industry. Thus, the objective of this work was to identify the best dose of an amino acid-based commercial product (Bulk®), specifically methionine which is an ethylene precursor, on fruit maturation, besides other characteristics evaluated as: fruit size and firmness, solids content soluble, pH, titratable acidity, pulp yield and productivity. The experiment was conducted in a randomized block design (DBC), with five replicates and each experimental plot corresponding to 26 plants in double lines. The treatments were composed of: T1: control; T2: 1.5 Lha<sup>-1</sup>Bulk®; T3: 3.0 Lha<sup>-1</sup>Bulk®; T4: 4.5 Lha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>Bulk® and applied at the 84 days after the transplanting of the seedlings (DAT), when the first fruits changed from green to yellow-orange. Two plants were harvested per experimental plot, harvested manually and randomly collected from the central rows. The doses of 3.0 Lha<sup>-1</sup> and 4.5 Lha<sup>-1</sup> increased, respectively, by 7% and 4%, the percentage of red fruits, which is one of the main objectives of the present study. However, the 4.5 Lha<sup>-1</sup> dose showed a 20% reduction in fruit firmness compared to the other treatments. Noteworthy is the increase of 5% and 7%, respectively, in the doses mentioned, in the parameters mass of fresh average fruit content and yield. For the other characteristics, it was not possible to adjust a polynomial regression analysis comparing the parameters evaluated as a function of treatments, at a significance level of up to 5%.

**KEYWORDS:** Methionine; Fruit ripening; *Solanum lycopersicon* L.; Tomato for industrial processing.

## 1. INTRODUÇÃO

O fruto de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é considerado uma hortaliça modelo para estudar os processos de maturação e amadurecimento por causa das mudanças metabólicas que ocorrem durante o desenvolvimento (Oms-Oliuet al., 2011), essas mudanças permitem a sua classificação em fruto climatérico e está relacionada aos sistemas de produção de etileno.

No início do amadurecimento de frutos do tipo climatérico, observa-se aumento respiratório característico e, também, incremento na produção de etileno (Oms-Oliuet al., 2011), imediatamente antes da elevação respiratória ou coincidente com ela (Taiz et al., 2017). Dessa forma, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, operam o sistema 1 e 2 de produção de etileno. No sistema 1 - que atua no fruto climatérico imaturo, o etileno inibe sua própria biossíntese por retroalimentação negativa. No sistema 2 - que ocorre no fruto climatérico maduro, o etileno estimula sua própria biossíntese, ou seja, ele é autocatalítico e isso garante que o fruto inteiro amadureça de modo uniforme uma vez começado o amadurecimento (Taiz et al., 2017).

Essas alterações bioquímicas e fisiológicas estão em parte relacionadas aos aminoácidos envolvidos no metabolismo primário e secundário das plantas e, embora as plantas possam conter mais de 300 aminoácidos diferentes, apenas 20 são necessários

para a síntese de proteínas, sendo que alguns deles têm outras funções específicas (Abdalla et al., 2008).

O aminoácido metionina, além de ser fundamental na composição de proteínas vegetais, é um importante precursor do etileno, o qual, no amadurecimento de frutos climatéricos inicia e coordena diversos processos, tais como desenvolvimento da cor, redução da firmeza e formação do aroma (Taiz et al., 2017). Já o aminoácido cisteína regula a estrutura e a função das proteínas, além de ser o mais importante constituinte da glutatona, molécula que atua na regulação da produção de radicais livres (Hu et al.; 2012). Ambos os aminoácidos são formas orgânicas de absorção do elemento nutricional enxofre (S) (Taiz et al., 2017).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho definir a melhor dose do produto comercial à base de aminoácidos, especificamente metionina e cisteína, juntamente com potássio (K), em tomate para processamento industrial e, também, avaliar o efeito dessa aplicação foliar na maturação concentrada dos frutos no momento da colheita, já que a cor vermelha e uniforme dos mesmos é um parâmetro crítico para obtenção de derivados de alta qualidade para a indústria processadora e que, ao mesmo tempo, significa retorno financeiro para o produtor. Além disso, outras características agrônômicas e industriais foram avaliadas como: tamanho e firmeza dos frutos, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, rendimento de polpa e a produtividade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de estudo e material utilizado

O experimento foi realizado a campo, no município de Morrinhos-GO, localizado na GO-213, Km 20. A altitude é de 743 m, 17°48'08" S e 48°54'03" W. De acordo com Koppen (1948) a classificação climática do município é tipo AW, uma região tropical com estação seca no inverno, que pode caracterizar quase todo o estado goiano (Cardoso et al., 2014).

O manejo fitossanitário necessário ao desenvolvimento da cultura, bem como a recomendação de adubação seguiram orientações dos técnicos da indústria de processamento de tomate, marca Olé, presente na região. O controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva, alternando produtos de diferentes modos de ações, com aplicações pré-definidas e através de pulverizações foliares.

As mudas do híbrido Heinz 9553 foram produzidas por um viveiro da região e transplantadas aos 26 dias após a semeadura, no dia 14 de março de 2017, época caracterizada por períodos úmidos na região do cerrado central (Cardoso et al., 2014) e, por isso, em sistema de plantio direto. O transplante mecanizado em linhas duplas com espaçamento de 0,6 m e 1,20 m entre fileiras e de 0,42 m entre plantas, caracterizando uma população de 30 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 2.1 A e B).



Figura 2.1 Sistema de plantio direto (A) e transplante mecanizado (B) da cultura de tomate para processamento industrial, em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2017).

O manejo da irrigação foi iniciado antes do transplante até o “pegamento da muda”, com lâmina de 5 mm/dia. Após esse período, lâminas de  $\pm 25$  mm foram aplicadas semanalmente, pois nessa época do ano a evapotranspiração da cultura é menor, além de se levar em consideração o estágio fenológico da cultura e as condições climáticas.

As plantas de tomate foram pulverizadas com um produto comercial (Bulk®) à base de 20% de aminoácidos (metionina e cisteína) e 12% potássio (K), aos 84 dias após o transplante (DAT), momento em que os primeiros frutos mudaram da cor verde para a cor amarelo-laranja (Figura 2.2 A e B).



Figura 2.2. Momento em que os primeiros frutos mudaram da cor verde para a cor amarelo-laranja (A) e a aplicação aos 84 DAT (B), em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2017).

Os tratamentos foram preparados (Figura 2.3A) e compostos por: T1: controle; T2: 1,5 Lha<sup>-1</sup>; T3: 3,0 Lha<sup>-1</sup>; T4: 4,5 Lha<sup>-1</sup> e o delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e cada parcela experimental correspondendo a 26 plantas em linhas duplas. A aplicação foi realizada na parte da manhã, sem orvalho, sem ventos fortes, com temperatura média, aproximadamente, 21,5°C e 70% UR, segundo os dados da estação meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Morrinhos.

A tecnologia de aplicação utilizada foi um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e pressão constante de 28 lbf/pol<sup>2</sup>, contendo uma barra com seis bicos cônicos da cor laranja, distanciados em 40 cm, totalizando em 2,40 m de comprimento, calibrada com volume de calda correspondente a 200 Lha<sup>-1</sup>. Esse equipamento foi acoplado à barra de aplicação do pulverizador de arrasto para manter a mesma qualidade de aplicação do começo ao fim (Figura 2.3 B). A rotação foi de 1500 RPM e segunda marcha baixa com 39,5 segundos em 50m. A área útil de aplicação de cada parcela experimental foi de 12 m<sup>2</sup>(2,40 m x 5 m) (Figura 2.3 C).





Figura 2.3. Preparação dos tratamentos (A), pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> acoplado à barra de aplicação do pulverizador de arrasto (B) e vista da disposição dos tratamentos no campo (C), em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2017).

Aos 134 dias após o transplante, no dia 25 de julho de 2017, foi realizada a colheita de duas plantas por parcela experimental, colhidas de forma manual e aleatória das fileiras centrais (Figura 2.4 A e B). No mês de julho, especificamente, até o dia da colheita registrou-se médias de temperatura máxima e mínima, respectivamente, 25,9°C e 10,7°C e 60% umidade relativa do ar, segundo os dados da estação meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Morrinhos. As temperaturas baixas na fase final do ciclo podem ter retardado o amadurecimento dos frutos (Reid, 2002).



Figura 2.4 Vista dos tratamentos no momento da colheita (A) e colheita de duas plantas por parcela experimental (B). Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2017).

## 2.2 Características avaliadas de frutos em pós-colheita

### 2.2.1 Massa da matéria fresca dos frutos

Os frutos de duas plantas colhidas de forma aleatória de cada parcela experimental foram medidos, com uma balança com capacidade para 100 kg e precisão de 0,01 kg (Figura 2.5), assim determinou-se a massa fresca dos frutos (kg/planta) e estimou-se a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

### 2.2.2 Classificação subjetiva dos frutos

Os frutos foram classificados de forma subjetiva segundo as indústrias da região que classificam em frutos bons, queimados, descoloridos, amassados, brocados e desintegrados, em seguida, separaram-se os frutos considerados vermelhos, alaranjados e verdes (Figura 2.5A, B, C, D, E, F) (Soares; Rangel, 2012). Determinou-se a massa da matéria fresca média dos frutos de cada classificação com auxílio de uma balança e os dados foram convertidos em percentagem com base na produtividade total dos frutos ( $t\ ha^{-1}$ ).



Figura 2.5 Classificação dos frutos, segundo o MAPA, em queimados (A), descoloridos (B), amassados (C), brocados (D), desintegrados (E) e em verdes, alaranjados e vermelhos (F), em Morrinhos - GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2017).

Os frutos considerados bons, ou seja, sadios, com coloração avermelhada, uniforme, limpos, livres de danos e fisiologicamente bem desenvolvidos (Soares; Rangel, 2012) foram utilizados para as avaliações físico-químicas.

### 2.2.3 Tamanho dos frutos

Determinou-se em função do diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, medido com paquímetro digital (Digimess) em uma amostra de 30 frutos escolhidos aleatoriamente em cada parcela experimental.

### 2.2.4 Firmeza dos frutos

Determinou-se a firmeza pelo método aplanador (Calbo; Nery, 1995) em uma amostra de 10 frutos escolhidos aleatoriamente de cada parcela experimental. O fruto foi colocado sobre a mesa de prova do equipamento e então uma placa de vidro foi repousada sobre a superfície do fruto. A área deformada em forma de uma elipse, na parte superior da placa de vidro, foi medida em suas dimensões maiores e menores com



paquímetro digital (Digimess). Calculou-se a firmeza dos frutos levando em consideração a área amassada e o peso da placa de vidro.

$$FZ = \frac{P}{0,784.CM.CME}$$

Em que: Fz é a firmeza do fruto (kgf cm<sup>-2</sup>); P é o peso da placa de vidro do aplanador (0,4905 kgf); CM é o comprimento maior da área amassada (cm); CME é o comprimento menor da área amassada (cm) e para converter a firmeza para Newton (N) multiplicou-se a equação por 9,8.

#### 2.2.5 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório da indústria processadora de tomate Dez Alimentos, situada em Morrinhos-GO.

##### 2.2.5.1 Teor de sólidos solúveis totais dos frutos

Determinou-se a partir do suco de 10 frutos por parcela experimental, extraído por uma centrífuga de frutas. Duas gotas do suco foram colocadas sobre o prisma de um refratômetro digital (Refractometer) e em seguida procedeu a leitura do índice de refração expresso em °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Segundo metodologia proposta por Moretti et al. (1998), antes de fazer as leituras das amostras, o refratômetro foi calibrado com água destilada.

##### 2.2.5.2 Acidez titulável dos frutos e pH

A acidez titulável foi determinada pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), por titulometria de neutralização com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N até pH 8,2. O suco de 10 frutos, por parcela experimental, foi extraído por uma centrífuga de frutas. Pesou-se em um Becker, 10 g da amostra a ser analisada e adicionou-se cerca de 50 ml de água destilada agitando até completa homogeneização. Em seguida, transferiu-se para balão volumétrico de 200 ml, completou o volume com água até o menisco e agitou levemente com a mão. Retira-se uma alíquota de 20 ml da amostra com auxílio de uma pipeta e transferiu para o *Erlenmeyer*. Adicionou-se à alíquota 5 gotas de fenolftaleína. Procedeu-se a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até a coloração rósea clara. Anotou-se o volume gasto em mL.

$$ACT = \frac{V.F. 100}{P.C}$$

Em que: ACT é acidez titulável (% ácido cítrico); V é o volume (mL) de hidróxido de sódio gasto na titulação; F é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio (0,1 N de NaOH); P é a massa da amostra em g ou volume pipetado em ml; C é a constante utilizada para NaOH a 0,1 N (valor = 10).

Da amostra homogeneizada uma parte foi retirada e colocada em um recipiente em que se realizou a leitura direta do pH em peagâmetro digital.

#### 2.2.5.3 Rendimento de polpa

O rendimento industrial de polpa foi calculado conforme metodologia proposta pela indústria Dez Alimentos, que para concentrado de °Brix 24/26, considerando target de 25, tem-se rendimento padrão: 5,556 kg tomate/1 kg polpa.

### 2.3 Análise estatística

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância (teste F), em 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Sistema de Análise de Variância) (Ferreira, 2011). Dentre das que houve efeito de tratamento, aplicou-se a análise de regressão polinomial comparando os parâmetros avaliados em função dos tratamentos, ao nível de significância de até 5%.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A função quadrática foi a que melhor se ajustou aos parâmetros dos frutos vermelhos, firmeza, pH, rendimento de polpa, massa fresca e produtividade em relação as diferentes doses dos tratamentos, entretanto para as demais características avaliadas não foi possível ajustar um modelo de regressão.

As doses 3,0 Lha<sup>-1</sup> e 4,5 Lha<sup>-1</sup> incrementaram, respectivamente, em 7% e 4%, a percentagem de frutos vermelhos (Figura 3.1 A), sendo esse um dos principais objetivos do presente estudo. Foi observado também que em ambas as doses a firmeza dos frutos começa a decrescer à medida que o fruto atinge a cor vermelha, especificamente, na

dose de  $4,5 \text{ Lha}^{-1}$  houve redução de 20% na firmeza dos frutos em relação aos demais tratamentos (Figura 3.1 B).

No amadurecimento de frutos climatéricos as mudanças na atividade respiratória e biossíntese de etileno estão associadas por mudanças nos compostos de ácidos, açúcares e aroma, cor e amolecimento dos frutos (Taiz et al., 2017). Assim, uma série de enzimas é regulada pelo etileno, das quais atribui papel importante no amolecimento do fruto. Dessa forma, tais resultados, evidenciam possível ação do etileno pela aplicação exógena do aminoácido metionina.

O elemento nutricional potássio (K), presente na formulação do produto, entre suas funções, destaca-se na melhoria da qualidade comercial dos frutos, podendo influenciar a síntese de carotenoides, principalmente licopeno que é responsável pelo desenvolvimento da cor vermelha do tomate (Bastos et al., 2013).

Em relação ao pH a dose de  $2,57 \text{ Lha}^{-1}$  do produto comercial é indicada para se chegar a um pH entre 4,0 e 4,5 dos frutos, em que acima de 4,5 são indesejáveis, pois requerem aumento no tempo de processamento e da temperatura para esterilização, gerando maior consumo de energia e, conseqüentemente, maior custo (Melo, 2012). (Figura 3.1 C).

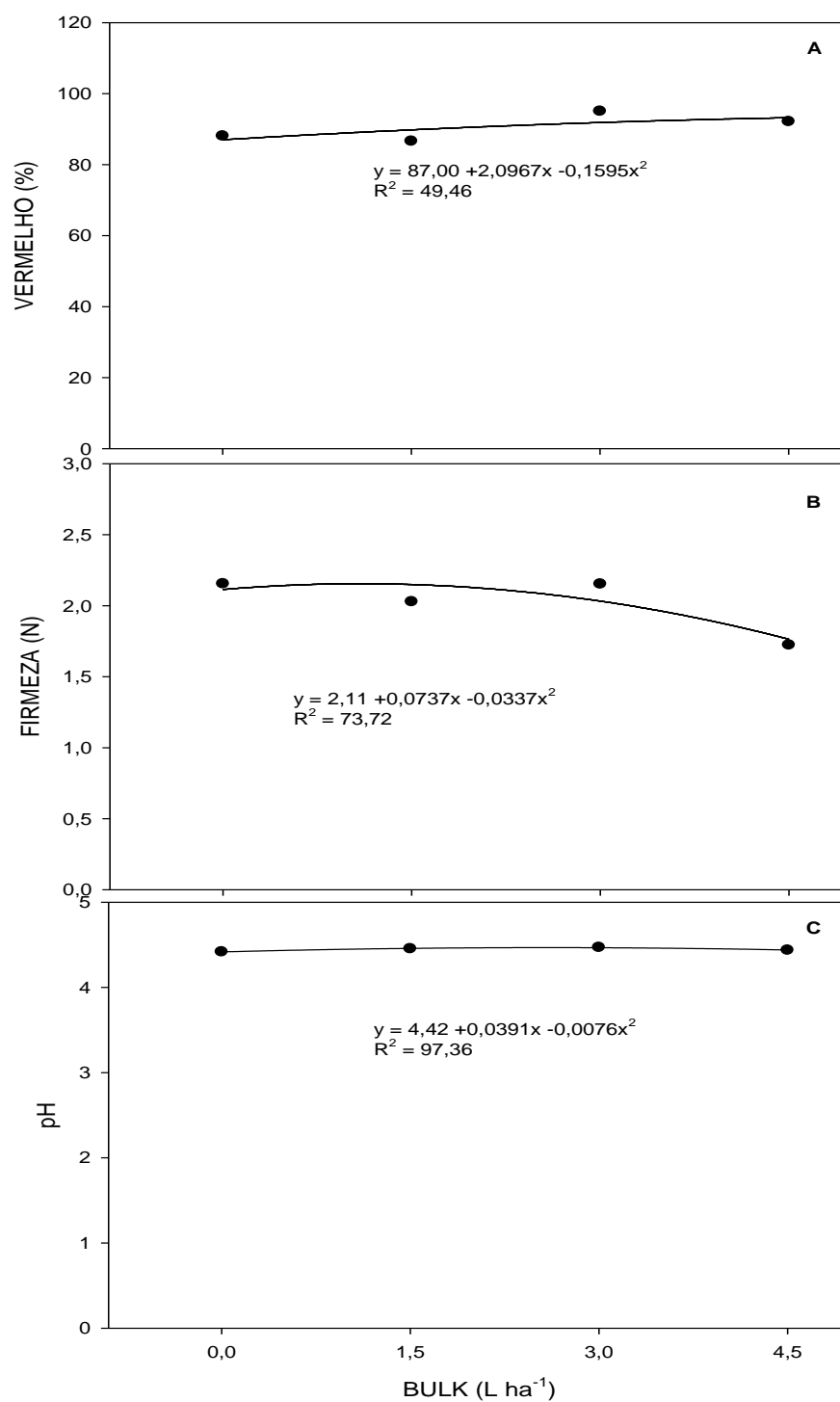


Figura 3.1. (A) Frutos vermelhos, (B) firmeza e (C) pH em função das diferentes doses do produto comercial à base de aminoácidos (metionina e cisteína) em plantas de tomate para processamento industrial, em Morrinhos – GO.

O rendimento de polpa concentrada está diretamente relacionado com o teor de sólidos solúveis totais e a produtividade da cultura. A dose de 1,61 Lha<sup>-1</sup> do produto

comercial é indicada, no entanto, nota-se que o excesso de maturação dos frutos pode provocar baixo rendimento industrial (Figura 3.2 A). O fruto considerado mole é mais sujeito a deformação e ao rompimento da epiderme, com liberação do suco celular, ocorrendo fermentação, deterioração e, conseqüentemente, perda de rendimento industrial (Soares; Rangel, 2012).

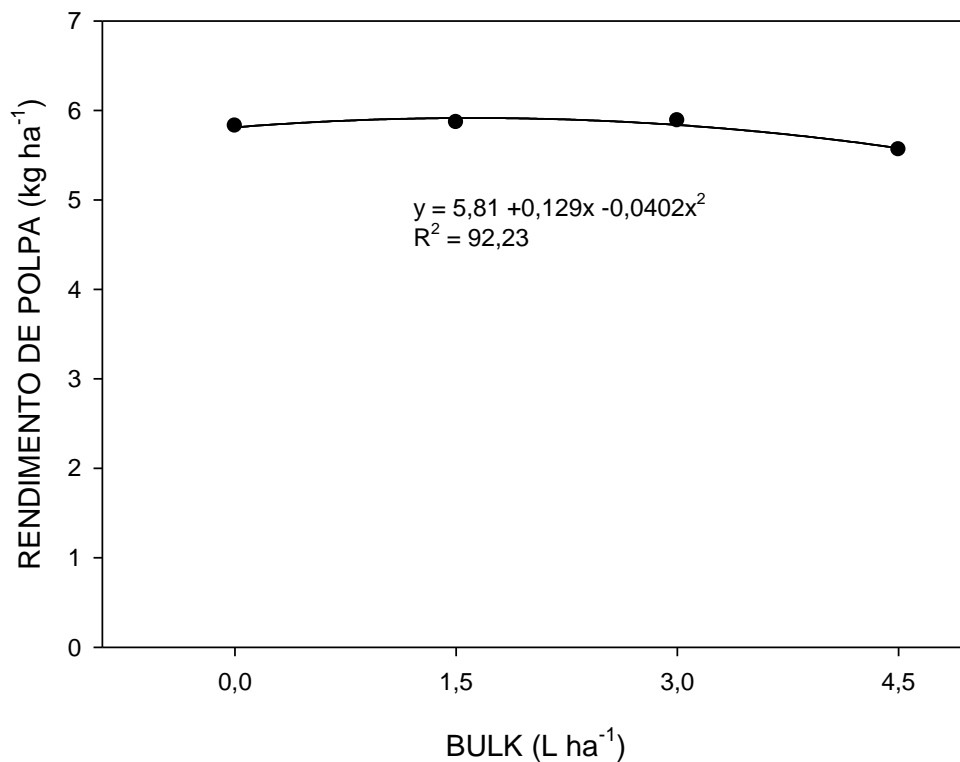


Figura 3.2 Rendimento de polpa, em função das diferentes doses do produto comercial à base de aminoácidos (metionina e cisteína) em plantas de tomate para processamento industrial, em Morrinhos – GO.

Nos parâmetros massa da matéria fresca média dos frutos e produtividade, observa-se aumento de 5% e 7%, respectivamente, nas doses 3 Lha<sup>-1</sup> e 4,5 Lha<sup>-1</sup>(Figura 3.3 B e 3.4 C). Sugere-se que o elemento mineral potássio (K) pode ter influenciado esses resultados em resposta a essa adubação suplementar realizada.

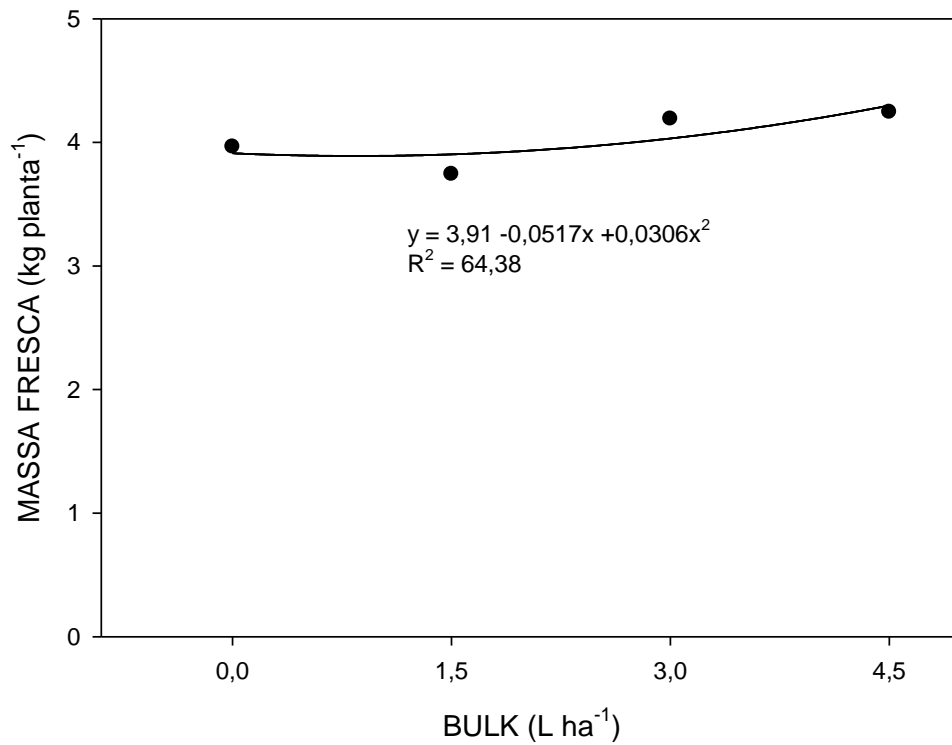


Figura 3.3 Massa da matéria fresca, em função das diferentes doses do produto comercial à base de aminoácidos (metionina e cisteína) em plantas de tomate para processamento industrial, em Morrinhos – GO.

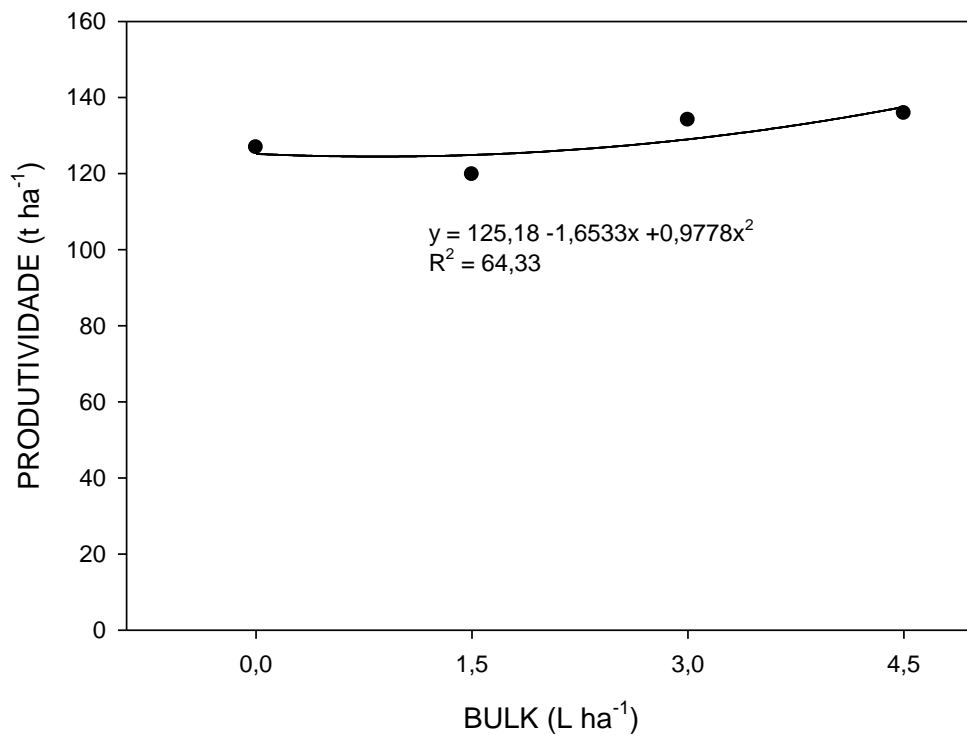


Figura 3.4 Produtividade, em função das diferentes doses do produto comercial à base de aminoácidos (metionina e cisteína) em plantas de tomate para processamento industrial, em Morrinhos – GO.

#### 4 CONCLUSÃO

O produto comercial Bulk®, composto por K (12%) + metionina e cisteína (20%), na dose de 3,0 Lha<sup>-1</sup>, aplicado aos 84 DAT, promoveu incremento de 5% na produtividade e de 7% na cor vermelha dos frutos de tomate para processamento industrial, no entanto, a firmeza dos frutos decresce em relação ao tratamento controle.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, S. R. S.; PROCHNOW, L. I.; FANCELLI, A. L. Simpósio discute como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho. IPNI – **International Plant Nutrition Institute** – Brasil. Informações agrônômicas, nº122, junho/2008.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. Nutrição Mineral e Adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Editora Universitária de Lavras, cap. 5, p. 65-130, Lavras – MG, 2013.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n.1, p. 14-18, 1995.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. de 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

HU, L.; HU, T.; ZHANG, X.; PANG, H.; FU, J. Exogenous Glycine Betaine Ameliorates the Adverse Effect of Salt Stress on Perennial Ryegrass. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.137, p.38-44, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos** - 4ª Ed. 1ª Ed. Digital. São Paulo, 2008. 1002 p.

KÖPPEN, W. Climatología: con un estudio de los climas de la tierra. **Fondo de Cultura Económica**. México: 1948. 479 p.

MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agronômicas e industriais para a produção de atomatados. In: 52<sup>a</sup> Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 2, Salvador – Bahia, julho 2012.

OMS-OLIU, G.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VAN DE POEL, B.; AMPOFO-ASIAMA, J.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, 62, 7-16, 2011.

REID, M. S. Ethylene in Postharvest Technology. In: KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Third Edition. University of California – Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, p. 149-162, 2002.

SOARES, B.B.; RANGEL, R. Aspectos Industriais da Cultura. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 331-344, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6<sup>a</sup> Edição. Editora Artmed – Porto Alegre - RS, 2017. 858 p.



## CAPÍTULO II

# APLICAÇÃO DE PRODUTO À BASE DE AMINOÁCIDOS E POTÁSSIO EM PLANTAS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL EM FASE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS

## RESUMO

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – junho de 2019. **Aplicação de produto à base de aminoácidos e potássio em plantas de tomate para processamento industrial em fase de maturação dos frutos.** Orientadora: Clarice Aparecida Megguer e coorientador: Cícero José da Silva.

Objetivou-se com este trabalho identificar se a aplicação foliar de produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais no início do processo de maturação (sistema 2 de produção do etileno), com foco na produção mais tardia dos frutos de tomate para processamento industrial, interfere na qualidade pós-colheita dos mesmos. O experimento foi conduzido a campo, delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e cada parcela experimental correspondendo a 26 plantas em linhas duplas, com espaçamento de 0,6 m e 1,20 m entre fileiras e de 0,42 m entre plantas. Os tratamentos, dosagem e época de

aplicação dos produtos comerciais foram compostos por: T1: controle; T2: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® (12% K + 20% aminoácidos (metionina e cisteína)) aos 91 DAT (dias após o transplante); T3: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® (20% K + 6% complexo de aminoácidos) aos 91 DAT; T4: 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® (15% K + 1% B + 1,5% Mo + 9% complexo de aminoácidos com maior quantidade em metionina) aos 103 DAT; T5: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish aos 91 DAT; T6: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT; T7: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT; T8: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® e 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® aos 91 DAT e 103 DAT. Realizou-se a colheita de duas plantas por parcela experimental, colhidas de forma manual e aleatória das fileiras centrais. Os produtos avaliados, posicionados como adubações suplementares não conseguiram demonstrar seus potenciais devidos algumas condições de estresse biótico e abiótico no sistema de cultivo, no entanto, destaca-se Bulk® que conseguiu manter o mínimo do processo fotossintético das plantas nessas condições.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicon* L.; Aminoácidos; Tomate para Processamento Industrial.

## ABSTRACT

PAVAN, VANDERLI BERTONHA. Goiano Federal Institute - Morrinhos Campus, June 2019. **Application of amino acid and potassium-based product in tomato plants for industrial processing during fruit ripening.** Advisor: Clarice Aparecida Megguer and co-advisor: Cícero José da Silva.

The objective of this work was to identify if the foliar application of commercial products based on amino acids and nutritional elements at the beginning of the ripening process (ethylene production system 2), focusing on the later production of tomato fruits for industrial processing. interferes with their postharvest quality. The

experiment was conducted in a field, randomized block design (DBC), with five replications and each experimental plot corresponding to 26 plants in double rows, with spacing of 0.6 m and 1.20 m between rows and 0.42 m between rows plants. The treatments, dosage and time of application of the commercial products were composed by: T1: control; T2: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® (12% K + 20% amino acids (methionine and cysteine)) at 91 DAT (days after transplantation); T3: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® (20% K + 6% amino acid complex) at 91 DAT; T4: 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® (15% K + 1% B + 1,5% Mo + 9% complex of amino acids with higher methionine content) at 103 DAT; T5: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish at 91 DAT; T6: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® and 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT; T7: 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® and 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT; T8: 3,0 Lha<sup>-1</sup> Bulk® + 1,5 Lha<sup>-1</sup> LiquiPlex-Finish® and 2,0 Lha<sup>-1</sup> Honey® at 91 DAT and 103 DAT. Two plants were harvested per experimental plot, harvested manually and randomly from the central rows. The evaluated products, positioned as supplemental fertilization, were not able to demonstrate their potential due to some conditions of biotic and abiotic stress in the cultivation system, however, it is highlighted Bulk® that managed to maintain the minimum of the photosynthetic process of the plants under these conditions.

**KEYWORDS:** *Solanum lycopersicon* L .; Amino acids; Tomato for Industrial Processing.

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies vegetais sintetizam cerca de 20 aminoácidos essenciais em concentrações e funções distintas, como: síntese de proteínas, compostos intermediários de hormônios vegetais endógenos, efeito complexante com nutrientes e outros agroquímicos, possibilita maior resistência ao estresse hídrico e de alta temperatura, maior tolerância ao ataque de doenças e pragas e, de maneira geral, os aminoácidos podem ser enquadrados no grupo de anti-estressantes (Castro; Carvalho, 2014).

O aminoácido metionina é conhecido por ser precursor primário do fitohormônio etileno que, entre suas funções, está relacionado com o amadurecimento dos frutos climatéricos (Taiz et al., 2017). Assim, em associação ao

nutriente potássio (K) pode melhorar a qualidade comercial dos frutos, influenciando a síntese de carotenoides, especialmente, o licopeno que é responsável pela cor vermelha dos frutos de tomate, além disso, esse elemento mineral pode aumentar a produção dos frutos em cerca de 30% (Bastos et al., 2013).

A coloração vermelha e uniforme da epiderme e da polpa dos frutos, assim como o teor de sólidos solúveis, são atributos críticos para a obtenção de derivados de alta qualidade para a indústria processadora e que, ao mesmo tempo, significa retorno financeiro para ao produtor (Melo, 2012), além da busca por parte desses, pelas práticas agrícolas que aumentem a produtividade da cultura.

Objetivou-se com este trabalho verificar se a aplicação foliar de produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais no início do processo de maturação (sistema 2 de produção do etileno), com foco na produção mais tardia dos frutos de tomate para processamento industrial, interfere na qualidade pós-colheita dos mesmos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de estudo

O experimento foi realizado a campo, no município de Morrinhos-GO, localizado na BR153, Km 610. A altitude é de 644 m, 17°36'41" S e 49°09'48" W. Como quase todo o Estado de Goiás, o município pode ser classificado como tropical, com estação seca no inverno (Cardoso et al., 2014).

A média das temperaturas durante o ciclo de cultivo variou entre 13,9 a 30,2°C e a umidade relativa do ar foi de 57%, segundo os dados da estação meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Morrinhos.

Previamente ao plantio foi realizada a análise química (Tabela 1) e física do solo (Tabela 2).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, Morrinhos (GO).

MACRONUTRIENTES								
Amostra	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	S
	cmolc/dm <sup>3</sup>					mg/dm <sup>3</sup> (ppm)		
Área do experimento	1,4	0,5	0,2	4,6	0,33	127,8	22,3	0,6
MICRONUTRIENTES								

Amostra	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
	mg/dm <sup>3</sup> (ppm)							
Área do experimento	7,4		4,1	0,28	1,6	31,8	23,3	

DADOS COMPLEMENTARES										
Amostra	CTC	Sat. Base	Sat. Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	M.O.	Carb.
	%									g/dm <sup>3</sup>
Área do experimento	6,86	32,9	8,2	2,80	20,42	7,29	4,81	67,06	26,0	15,0

Tabela 2. Análise física do solo da área experimental, Morrinhos (GO).

Amostra	Argila (g/kg)	Silte (g/kg)	Areia (g/kg)	pH (CaCl)
Área do experimento	340,0	90,0	370,0	4,6

## 2.2 Material vegetal e tratos culturais

As mudas do híbrido Heinz 9992 foram produzidas por um viveiro da região e transplantadas aos 28 dias após a semeadura, no dia 05 de junho de 2018, mês caracterizado como seco e de menor precipitação na região do cerrado central (Cardoso et al., 2014) e, por isso, considerou-se a opção de preparo convencional do solo com o uso de mata broto, grade niveladora e rolo para quebrar torrões e nivelar o solo. O transplante foi mecanizado em linhas duplas com espaçamento de 0,6 m e 1,20 m entre fileiras e de 0,42 m entre plantas, caracterizando uma população de 30 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Aos 30 DAT, coincidindo com o período de florescimento, coletou-se a 4<sup>a</sup> folha e seu respectivo pecíolo a partir do ápice da planta, num total de 20 folhas por talhão (Silva et al., 2012). As folhas foram armazenadas em sacos de papel e enviadas a um laboratório de análises. Os resultados (Tabela 3) foram comparados com os valores médios para produtividade e conteúdo de nutrientes em folhas de tomateiro industrial, cultivados sob pivô central, segundo apêndice A.

Tabela 3. Análise química foliar das plantas de tomate para processamento industrial realizada 30 dias após o transplante, Morrinhos-GO, 2018.

AMOSTRA	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	B
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>							
Área do experimento	53	4,2	26,0	41,0	9,5	8,8	160,0	122,0	239,0	400,0	44,0	0,28	0,88	34,0

Todo o manejo fitossanitário necessário ao desenvolvimento da cultura, bem como a recomendação de adubação seguiram orientações dos técnicos da indústria de processamento de tomate, marca Olé, presente na região. O controle de pragas e doenças, especificamente, foi realizado de forma preventiva, alternando produtos de diferentes modos de ações, com aplicações pré-definidas e através de pulverizações foliares.

Durante o desenvolvimento das plantas sintomas típicos de deficiência de potássio foram observados, além de um ataque, intenso e destrutivo, de tripses (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.), comum em áreas com transplantes tardios (Inoue-Nagata, 2012), causando colapso na parte apical, no entanto, a continuidade da condução do experimento nos permite avaliar uma alternativa para minimizar os efeitos do estresse nutricional e ambiental no desenvolvimento da cultura.

O manejo da irrigação foi iniciado antes do transplante até o “pegamento da muda”, utilizando diariamente lâmina baixa ( $\pm 5$  mm/dia). Depois, a irrigação passou a ser realizada semanalmente com lâmina de  $\pm 35$  mm, nessa época do ano que a evapotranspiração da cultura é maior, observando tanto o estágio fenológico da mesma como o clima, até aproximadamente 14 semanas de cultivo quando a irrigação foi interrompida para concentrar a maturação.

### 2.3 Delineamento experimental e imposição dos tratamentos

As plantas de tomate foram pulverizadas com produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais conforme descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Descrição dos produtos comerciais, à base de aminoácidos e seus respectivos ingredientes ativos e concentrações, utilizados nos tratamentos.

<b>Produto(s)</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Observações</b>
<b>Honey®</b>	K (15%) + B (1%) + Mo (1,5%) + (9%) aminoácidos (metionina + Complex-Aid*)	Composto de sólidos solúveis de fermentação com aminoácidos
<b>Bulk®</b>	K (12%) + (20%) aminoácidos (metionina e cisteína)	Composto de sólidos solúveis de fermentação com aminoácidos
<b>Liqui-Plex Finish®</b>	K (20%) + (6%) aminoácidos (Complex-Aid)	Composto de sólidos solúveis de fermentação com aminoácidos

\*Complex-Aid: conjunto de 18 aminoácidos extraídos de uma levedura específica da empresa fabricante Alltech Crop Science.

Os tratamentos, dosagens e épocas de aplicação são descritos na Tabela 5. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições. A parcela experimental foi composta de duas linhas paralelas (linha dupla), correspondendo a 26 plantas, com espaçamento de 60 cm entre elas e 5 m de comprimento, com espaço de 1 m entre as parcelas experimentais.

Tabela 5. Definição dos tratamentos, dosagem e época de aplicação dos produtos comerciais à base de aminoácidos e elementos nutricionais.

<b>Tratamento</b>	<b>Dosagem</b>	<b>Época de aplicação</b>
<b>Controle</b>	----	----
<b>Bulk®</b>	3 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT *
<b>Liqui-Plex Finish®</b>	1,5 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT
<b>Honey®</b>	2,0 L ha <sup>-1</sup>	103 DAT
<b>Bulk® + Liqui-Plex Finish®</b>	3,0 L ha <sup>-1</sup> + 1,5 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT
<b>Bulk® e Honey®</b>	3,0 L ha <sup>-1</sup> e 2,0 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT e 103 DAT
<b>Liqui-Plex Finish® e Honey®</b>	1,5 L ha <sup>-1</sup> e 2,0 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT e 103 DAT
<b>Bulk® + Liqui-Plex Finish® e Honey®</b>	3,0 L ha <sup>-1</sup> + 1,5 L ha <sup>-1</sup> e 2,0 L ha <sup>-1</sup>	91 DAT e 103 DAT

\* DAT ( dias após o transplante).

A primeira aplicação correspondeu aos 91 DAT e considerou a “virada” de cor, do verde para o amarelo ou amarelo-alaranjado dos frutos medianos e/ou tardios das plantas de tomate (Figura 2.1) e, assim conseguir um maior número de frutos com maturação concentrada e uniforme no momento da colheita.



Figura 2.1. Momento da primeira aplicação aos 91 DAT, no qual os frutos da parte mediana das plantas encontravam-se na cor amarelo-alaranjado, em Morrinhos – GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

No momento da aplicação não foi observado orvalho sobre as plantas, a temperatura média era de 18,9°C e a umidade relativa igual a 53%, segundo os dados da estação meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Morrinhos.

Após sete dias da imposição da primeira aplicação, entre 07h00min as 11h00min, foram realizadas medições utilizando um analisador de gases no infravermelho (IRGA, LI6800, Licor, Nebraska, U.S.), para quantificar características fotossintéticas das plantas.

Aos 103 DAT, realizou-se a aplicação do produto comercial Honey®. Essa aplicação foi antecipada pela observação a campo da “falta de área foliar” (Figura 2.2). No momento da aplicação não havia orvalho e ventos fortes, a temperatura média era de 25°C e 58,5% de umidade relativa do ar, segundo os dados da estação meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Morrinhos.





Figura 2.2. Vista do momento da segunda aplicação aos 103 dias após o transplante, em Morrinhos - GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

No momento da imposição dos tratamentos as plantas foram pulverizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e pressão constante de 28 lbf/pol<sup>2</sup>, contendo uma barra com seis bicos cônicos da cor laranja, distanciados em 40 cm, totalizando em 2,40 m de comprimento, calibrado com um volume de calda correspondente a 200 Lha<sup>-1</sup> e altura de trabalho de 100 cm. Esse equipamento foi acoplado à barra de aplicação do pulverizador de arrasto para manter a mesma qualidade de aplicação do começo ao fim (Figura 2.3). A rotação foi de 1500 RPM e segunda marcha baixa com 39,5 segundos em 50m. A área útil de aplicação de cada parcela experimental foi de 12 m<sup>2</sup>.



Figura 2.3. Pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> acoplado a barra de aplicação do pulverizador de arrasto, em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

## 2.4 Colheita e características avaliadas

A colheita ocorreu há 117 DAT (Figura 2.4). Para as avaliações de qualidade e produtividade foram colhidas duas plantas por parcela experimental, de forma manual e aleatória, das fileiras centrais. As características avaliadas são detalhadas abaixo.



Figura 2.4. Colheita dos frutos aos 117 dias após o transplante, em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

a) Produtividade

Os frutos de duas plantas colhidas de forma aleatória de cada parcela experimental foram contados e medidos, com uma balança com capacidade para 100 kg e precisão de 0,01 kg, determinando-se a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

b) Classificação subjetiva dos frutos

Os frutos foram separados, contados e medidos, com auxílio de uma balança (Figura 2.5), em bons, queimados, descolorados, amassados, brocados e desintegrados, segundo a classificação feita pelas indústrias da região. Os frutos bons foram considerados todos aqueles que estavam sadios, sem pedúnculos, fisiologicamente desenvolvidos, limpos, com textura de polpa firme e livre de danos mecânicos, entre, coloração vermelho e alaranjado.



Figura 2.5. Frutos colhidos sendo contados, medidos e separados segundo classificação realizada pelas as indústrias da região, em Morrinhos-GO. Fonte: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

c) Coloração da epiderme

Os frutos de cor vermelha (5 frutos) e alaranjada (5 frutos) de cada parcela experimental foram utilizados para determinação dos parâmetros  $L^*$  (indica luminosidade),  $a^*$  (fornece a intensidade da cor vermelha do fruto de tomate e o seu grau de amadurecimento, de maneira geral, valores positivos de  $a^*$  indicam cor vermelha e negativo a cor verde),  $b^*$  (refere-se à cor amarela quando positivo, se negativo é voltada para a cor azul) e o parâmetro  $H^*$  ou ângulo hue (refere-se a

qualidade da cor quanto a sua tonalidade), utilizando o aplicativo de celular FruitColor, desenvolvido por Nascimento et al. (2018). Os valores dos parâmetros L\*, a\* e b\* permitem obter o parâmetro tonalidade (H\*). No caso do ângulo *hue*, tomado como referência para a cultura do tomate para processamento industrial, valores entre 60 e 50 representam uma variação da coloração entre alaranjado e vermelho e seriam ideais para o momento da colheita (Nascimento et al., 2018).

d) Massa da matéria fresca média dos frutos

Os frutos de duas plantas colhidas de forma aleatória de cada parcela experimental foram contados e medidos, com uma balança com capacidade para 100 kg e precisão de 0,01 kg, determinando-se a massa fresca média por fruto ( $\text{g fruto}^{-1}$ ).

e) Comprimento e diâmetro dos frutos

As medidas longitudinais foram utilizadas para determinar o comprimento do fruto e as medições transversais para determinar o diâmetro. Para essa avaliação foram utilizados 30 frutos escolhidos aleatoriamente de cada parcela experimental com o auxílio de um paquímetro digital (Digimess).

f) Acidez titulável dos frutos e pH

A acidez titulável foi determinada pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), por titulometria de neutralização com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N até pH 8,2. Pesou-se em um Becker, 10 g do suco extraído de 10 frutos considerados ideais por parcela experimental, e adicionou-se cerca de 50 mL de água destilada agitando até completa homogeneização. Em seguida, transferiu-se para balão volumétrico de 200 mL, completou o volume com água até o menisco e agitou levemente com a mão. Retira-se uma alíquota de 20 mL da amostra com auxílio de uma pipeta e transferiu para o *Erlenmeyer*. Adicionou-se à alíquota 5 gotas de fenolftaleína. Procedeu-se a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até a coloração rósea clara. Anotou-se o volume gasto em mL.

$$\text{ACT} = (\text{V.F})/(\text{P.C}) \cdot 100$$

Em que: ACT é acidez titulável (% ácido cítrico); V é o volume (mL) de hidróxido de sódio gasto na titulação; F é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio (0,1 N de NaOH); P é a massa da amostra em g ou volume pipetado em mL; C é a constante utilizada para NaOH a 0,1 N (valor = 10).

Da amostra homogeneizada realizou-se a leitura direta do pH em pHgâmetro digital (PHS – 3E).

g) Teor de sólidos solúveis

Determinou-se a partir do suco de 10 frutos considerados ideais, extraído por uma centrífuga de frutas, por parcela experimental. Duas gotas do suco foram colocadas sobre o prisma de um refratômetro digital (Refractometer) e em seguida procedeu à leitura do índice de refração expresso em °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Segundo metodologia proposta por Moretti et al. (1998), antes de fazer as leituras das amostras, o refratômetro foi calibrado com água destilada.

h) Rendimento de polpa

O rendimento industrial de polpa foi calculado conforme metodologia proposta pela indústria Dez Alimentos, que para concentrado de °Brix 24/26, considerando target de 25, tem-se rendimento padrão: 5,556 kg tomate/1 kg polpa.

i) Textura dos frutos

A textura dos frutos foi avaliada por meio de ensaios de compressão e punção, realizados em um aparelho conhecido como texturômetro (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, England), dotado de um software, no Laboratório Multiusuário de Análises de Textura, Reologia e HPLC (LabMulti) da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Campus Samambaia – Goiânia-GO.

Para cada ensaio, analisaram-se três tomates de cada parcela experimental que foram submetidos aos testes individualmente na posição de repouso do fruto. Utilizou-se uma deformação específica de 0,005 m, em ambos os testes, para o cálculo das propriedades mecânicas do fruto de tomate.



Para o teste de compressão (Figura 2.6A) foi utilizado um probe de prato plano circular com 100 mm de diâmetro e a uma velocidade de teste de  $0,02 \text{ m min}^{-1}$  (Batu, 2004; Van Dijk et al., 2006). Com a obtenção das curvas de compressão, ou seja, da força em função da deformação, foram estimados os valores da força máxima sustentada pelo fruto (firmeza). Para o teste de punção (Figura 2.6B) foi utilizado um probe cilíndrico de 2 mm de diâmetro a uma velocidade de  $0,02 \text{ m min}^{-1}$  (Desmet et al., 2004). Esse teste fornece a força de rompimento da periderme dos tomates.

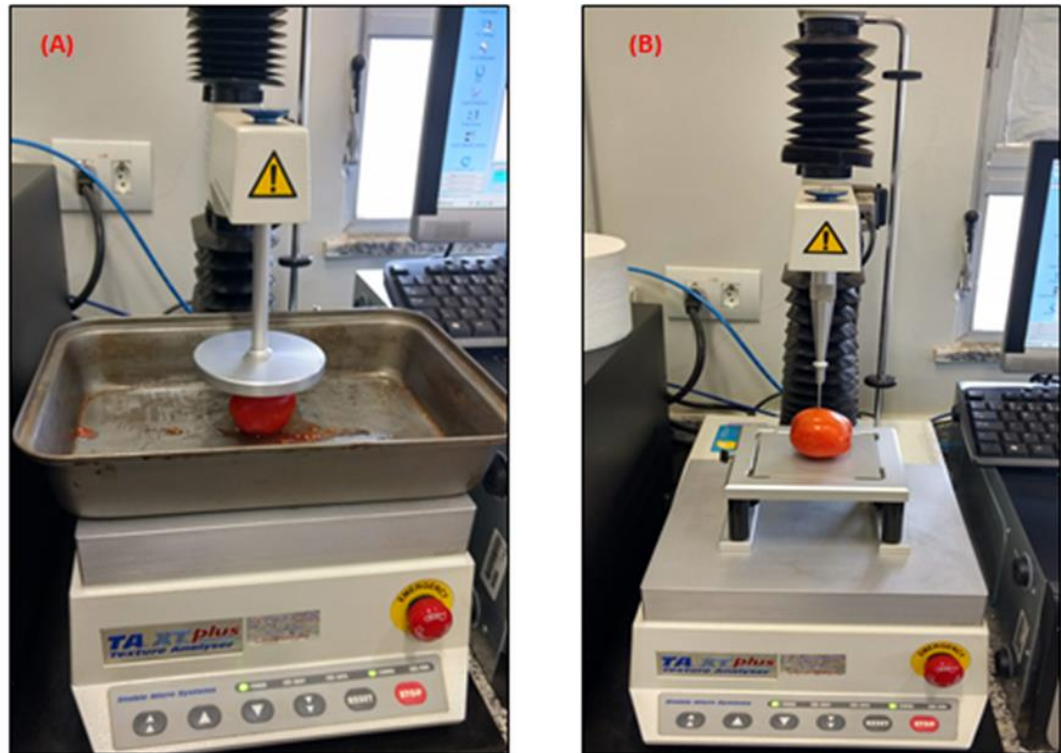


Figura 2.6. Teste de compressão para determinação da firmeza (A) e teste de punção que fornece a força de rompimento da periderme dos frutos de tomate para processamento industrial (B), em Goiânia-GO. Foto: Vanderli Bertonha Pavan (2018).

j) Trocas gasosas

As características fotossintéticas foram quantificadas quanto à taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa transpiratória ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transporte de elétrons ( $ETR$ ) e razão entre a concentração interna e externa de  $\text{CO}_2$  ( $C_i:C_a$ ), utilizando um analisador de gases no infravermelho (IRGA, LI6800, Licor, Nebraska, U.S.).

## 2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F de Fisher) e comparados pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR (Sistema de Análise de Variância) (Ferreira, 2011). O desvio padrão foi utilizado para as avaliações de trocas gasosas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos à base de aminoácidos e elementos minerais utilizados no presente estudo promoveram alterações nas características de produtividade e qualidade físico-química dos frutos de tomate para processamento industrial. A maior produtividade ( $146,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi verificada nas plantas tratadas com o Honey®, correspondendo a um incremento de aproximadamente 20% na produtividade em relação ao tratamento controle ( $115,5 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Figura 3.1).

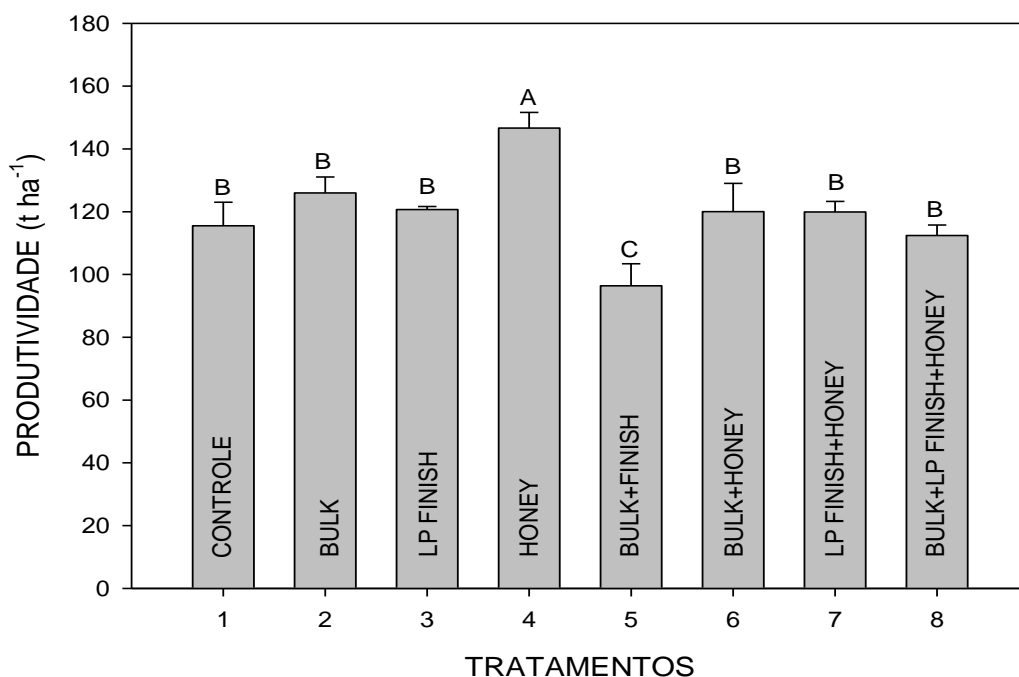


Figura 3.1. Produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) de tomate para processamento industrial, Heinz 9992, pulverizados com produtos à base de aminoácidos e elementos nutricionais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras no interior da figura representam o erro padrão da média ( $n=5$ ).

A maioria dos resultados encontrados na literatura sugere que o incremento na produtividade pode estar relacionado ao aumento da tolerância vegetal a estresses

abióticos, devido à utilização de produtos à base de aminoácidos (Castro; Carvalho, 2014).

A melhoria em parâmetros de produção como número de cachos, comprimento da ráquis, número de bagas por cacho, tamanho das bagas e peso de 100 bagas de uva ‘Perlette’, quando comparado ao controle foi conseguida pelo uso de produtos compostos por aminoácidos e extrato de algas (Khan et al., 2012). Já no Nordeste brasileiro, a aplicação de produtos à base de 20% de aminoácidos, 11% de N e 15% de K<sub>2</sub>O em mangueira, aumentou o número de frutos por panícula nos estádios chumbinho e ovo (Mouco, 2004).

Na classificação subjetiva dos frutos em alaranjados e vermelhos os tratamentos não se diferem entre si (Figura 3.2), destaca-se a alta porcentagem de frutos alaranjados em todos os tratamentos, característico de temperatura elevada (acima de 32°C) que favorece a síntese de caroteno em detrimento do licopeno, além da possível deficiência de K, causando as manchas amareladas e maturação desuniforme (Alvarenga; Coelho, 2013). No entanto, a porcentagem de frutos verdes nos tratamentos controle e Bulk® + LP Finish®, aplicados aos 91 DAT, são menores.

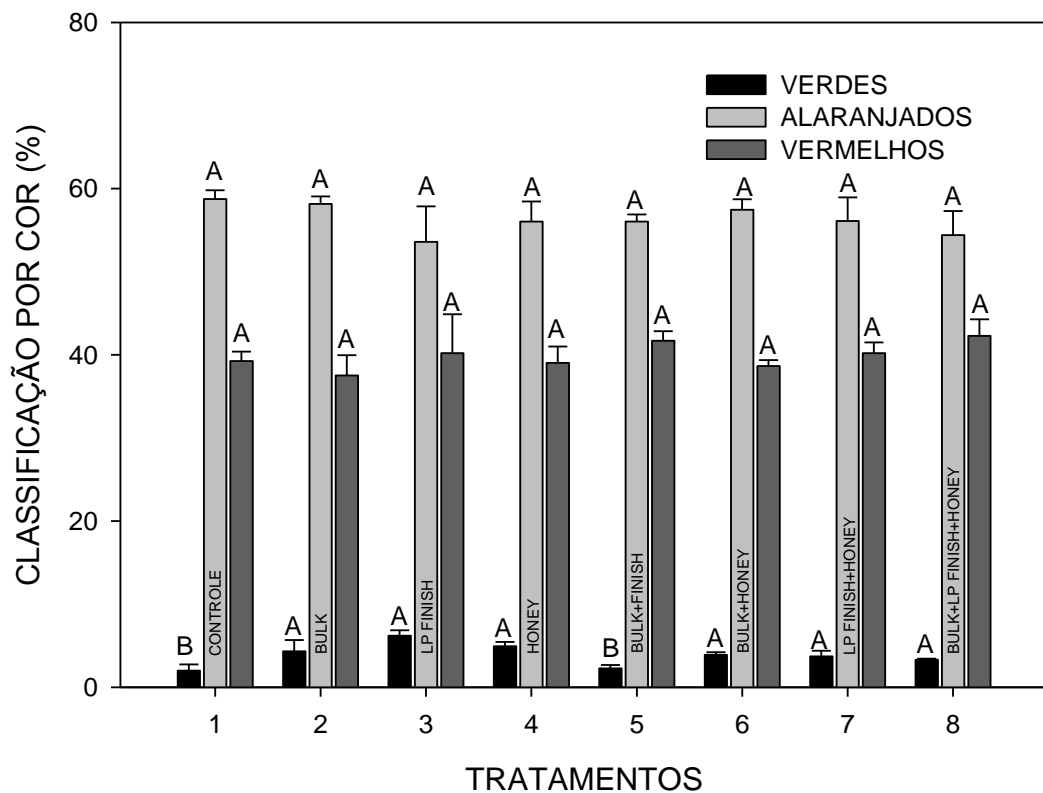


Figura 3.2. Classificação visual por coloração da epiderme de tomate para processamento industrial, Heinz 9992, pulverizados com produtos à base de aminoácidos e elementos nutricionais. Médias seguidas pela mesma



letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras no interior da figura representam o erro padrão da média ( $n=5$ ).

Os valores de ângulo *hue* não diferiram entre os tratamentos utilizados (frutos de coloração vermelha os valores variaram entre 48,9 e 51,3, já para os frutos de tonalidade alaranjada os valores variaram entre 65,8 e 74,7), destacam-se os frutos tratados com Bulk® ( $^{\circ}h>70$ ), representando uma quantidade de 10% superior de frutos alaranjados em relação aos demais tratamentos (Figura 3.3). Valores de  $^{\circ}hue$  acima de 90 indicam frutos de coloração verde.

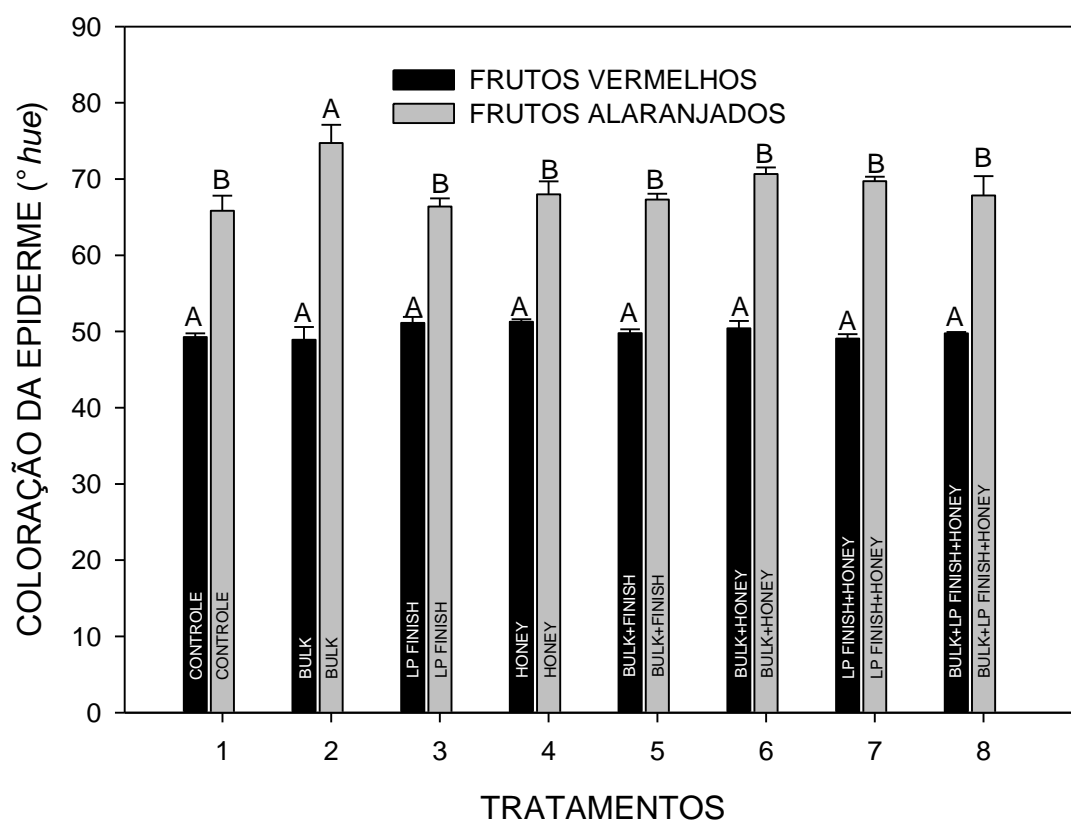


Figura 3.3. Coloração da epiderme de frutos de tomate para processamento industrial, Heinz 9992, em vermelhos e alaranjados, através de um aplicativo de celular, pulverizados com produtos à base de aminoácidos e elementos nutricionais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras no interior da figura representam o erro padrão da média ( $n=5$ ).

O aminoácido metionina (precursor primário do etileno) é convertido em S-adenosilmetionina (SAM) que por sua vez é cindida em duas metades, sendo uma parte reciclada através do ciclo de Yang e a outra parte é convertida, pela ação da ACC sintase, em ácido 1-aminociclopropano<sup>-1</sup>-carboxílico (ACC), que pela ação da ACC oxidase, converte em etileno. No entanto, além de ser convertido em etileno, o ACC pode ser conjugado ao N-malonil ACC (Taiz et al., 2017). Portanto, as enzimas ACC sintase e ACC oxidase podem ser reguladas por diversos fatores que justifique esse sugestivo “desvio de rota” da metionina, uma das possíveis causas dos resultados obtidos na coloração dos frutos.

Os compostos aminoetoxivinilglicina (AVG) e ácido amino-axiacético (AAO) diminuem a atividade da enzima ACC sintase. Baixos teores de O<sub>2</sub> ou altas temperaturas (>35°C) podem inibir a atividade da ACC oxidase (Taiz et al., 2017). Já alguns fatores interferem na ação do etileno, como por exemplo, alto teor de CO<sub>2</sub> que se liga ao sítio receptor no lugar do etileno, alteração do pH do meio, que faz com que o etileno não consiga se ligar ao sítio, baixo teor de O<sub>2</sub>, 1-MCP, entre outros (Jacomino et al., 2008).

A acidez titulável (%), assim como o pH, influenciam no sabor. Os resultados são expressos em teor de ácido cítrico que abaixo de 0,35 g/100g de massa fresca e frutos com pH acima de 4,5 são indesejáveis, pois requerem aumento do tempo de processamento e da temperatura para esterilização, gerando maior consumo de energia e, conseqüentemente, maior custo (Melo, 2012). Todos os tratamentos conseguem se diferenciar do tratamento controle, aumentando a % do teor de ácido cítrico e mantendo o pH abaixo do recomendado (Figura 3.4A e Figura 3.4B).

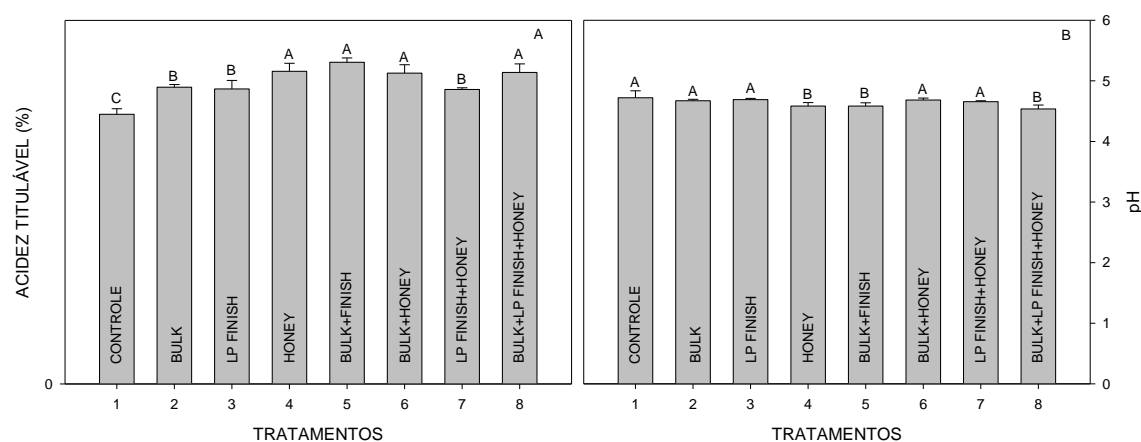


Figura 3.4. A) Acidez titulável (%) e B) pH dos frutos de tomate para processamento industrial, Heinz 9992, pulverizados com produtos à base de aminoácidos e

elementos nutricionais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras no interior da figura representam o erro padrão da média (n=5).

O teor de ácido cítrico aumenta com a maturação até um máximo em pós-colheita (Oms-Oliu et al., 2011), sugere-se que os frutos tratados estavam mais maduros que o tratamento controle. Além disso, o ciclo do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs, envolve a biossíntese de compostos, dos quais estes participam de diferentes rotas biossintéticas nas células vegetais, além de gerar energia na forma de ATP e calor (Taiz et al., 2017). A energia liberada pela respiração pode ser utilizada para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada (Chitarra; Chitarra, 1990), ou seja, possivelmente os tratamentos possibilitaram um aumento na taxa respiratória dos frutos como resposta aquelas condições de estresses que se encontravam.

Os tratamentos não interferiram significativamente na porcentagem de frutos descoloridos, amassados, brocados, desintegrados e bons, em relação ao tratamento controle, no entanto, diminuíram a porcentagem de frutos queimados (Figura 3.5).

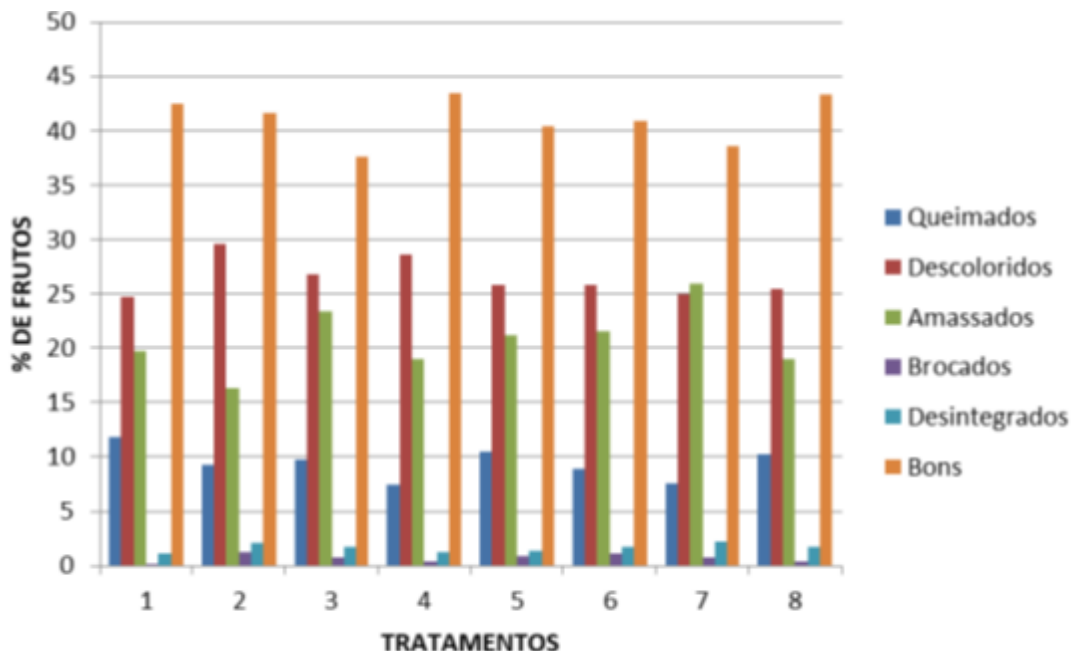


Figura 3.5. Porcentagem (%) de frutos danificados e bons em relação aos tratamentos.

Para discutirmos as avaliações de trocas gasosas nas plantas de tomate para processamento industrial, nos orientamos pelos resultados de Morales et al. (2015),

onde um solo com capacidade de campo igual a 100%, considerou-se condutância estomática ( $g_s$ ) =  $0,8 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ , taxa de transpiração ( $E$ ) =  $0,006 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , relação  $C_i/C_a = 0,81$ , isso porque estamos considerando que não tivemos problema com déficit hídrico, já que a área era irrigada.

Para uma planta  $C_3$ , como o tomate, a taxa fotossintética líquida ( $A$ ) é em torno de  $15 - 25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Vieira et al., 2010). No presente estudo o tratamento com o Bulk<sup>®</sup> se destaca por ser o único que consegue manter o mínimo considerado e, conseqüentemente, com uma taxa de transporte de elétrons ( $ETR$ ) maior que os demais tratamentos e com uma condutância estomática ( $g_s$ ) abaixo do ideal diminuindo a relação  $C_i/C_a$ . Já a taxa de transpiração ( $E$ ) não diminui o que indica que a água é abundante e que o  $C_i$  (concentração interna de  $\text{CO}_2$ ) é suficiente para apoiar a fotossíntese (Tabela 6), semelhante aos resultados encontrados por Kamanga et al. (2018).

Tabela 6. Trocas gasosas em plantas de tomate para processamento industrial ‘Heinz 9992’, pulverizadas com produtos à base de aminoácidos e elementos nutricionais.

TRATAMENTOS	$A$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$E$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$C_i/C_a$	$g_s$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	$ETR$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
CONTROLE	10,47±1,02	0,006±0,0007	0,828±0,01	0,382±0,04	60,88±3,11
BULK	15,17±1,14	0,006±0,0005	0,778±0,01	0,367±0,05	94,66±11,94
LP FINISH	12,88±0,85	0,004±0,0005	0,733±0,01	0,224±0,02	82,41±0,85
HONEY	5,50±0,75	0,007±0,0037	0,857±0,05	1,011±0,68	40,04±5,47
BULK + LP FINISH	10,47±2,06	0,007±0,0011	0,824±0,04	0,445±0,07	81,46±15,60
BULK + HONEY	10,18±2,02	0,003±0,0010	0,723±0,02	0,199±0,06	56,90±7,90
LP FINISH + HONEY	10,52±2,61	0,005±0,0005	0,832±0,03	0,264±0,03	64,27±22,12
BULK + LP FINISH + HONEY	9,17±1,85	0,003±0,0005	0,741±0,04	0,175±0,04	90,57±4,47

$A$ : taxa fotossintética líquida;  $E$ : taxa de transpiração;  $C_i/C_a$ : relação concentração interna de  $\text{CO}_2$  por concentração ambiente de  $\text{CO}_2$ ;  $g_s$ : condutância estomática;  $ETR$ : taxa de transporte de elétrons.

Já o tratamento Honey<sup>®</sup> teve a menor taxa fotossintética líquida ( $A$ ), conseqüentemente, a menor taxa de transporte de elétrons ( $ETR$ ), com uma condutância estomática ( $g_s$ ) maior que o ideal, isso gera uma relação  $C_i/C_a$  e a taxa de transpiração ( $E$ ) dentro dos valores considerados ideais. Entretanto, é o tratamento que mais se destacou pela produtividade (Figura 3.1), o que indica que as plantas tratadas, nesse caso, estavam em melhores condições de área foliar ou com maior número de folhas.

Uma consequência comum para estresses ambientais é o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), que são formas de oxigênio altamente reativas com diversos constituintes celulares (Taiz et al., 2017) e são formadas sempre pelo escape inevitável de elétrons das reações de transporte de elétrons nos cloroplastos, mitocôndrias e membranas plasmáticas ou como um subproduto de vários processos metabólicos localizados em diferentes compartimentos celulares (Kamanga et al., 2018) o que talvez justifique os altos valores de taxa de transporte de elétrons (*ETR*) encontrados com baixa atividade fotossintética líquida (*A*).

A baixa taxa de fotossíntese líquida, assim como a baixa condutância estomática, pode estar relacionada com a deficiência de potássio (K), uma vez que segundo Du Qi et al. (2019), demonstraram que diminuiu significativamente a fotossíntese líquida, devido à clorose foliar que pode ser induzida pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), além disso, consideraram-se a deficiência de potássio no fechamento estomático em espécies de milho. Hernandez et al. (2012) mostra o resultado do acúmulo severo de peroxidação lipídica de membrana devido à alta produção de EROs pela deficiência de K, assim como mostrado por Hu et al. (2017), a fotossíntese líquida foliar diminuiu sob estresse por deficiência de K em soja, algodão e milho.

Alguns aminoácidos atuam diretamente em rotas do sistema antioxidante e aumentam a capacidade de controle da EROs (Teixeira et al., 2017). De acordo com Hu et al. (2012) a cisteína, pode atuar no metabolismo antioxidante de forma direta por meio da produção de fitoquelatinas, que auxiliam no controle do excesso de metais em plantas e estão envolvidas na produção de glutathionas, moléculas que atuam na regulação da produção de radicais livres.

Há estudos que mostram, também, que atua como sinalizadora para o aumento da atividade de enzimas antioxidantes e redução de peroxidação lipídica (Azarakhsh et al., 2015). Um experimento conduzido em Maringá – PR reforça os indícios do uso potencial de aminoácidos, como agentes redutores de estresses, na prevenção de injúrias causadas pela toxicidade da aplicação do herbicida glifosato sobre plantas de soja RR (Zobiolo et al., 2010).

#### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo era justamente diminuir o número de frutos verdes e padronizar a maturação dos frutos de tomate para processamento industrial no momento

da colheita, com aplicação do aminoácido metionina como precursor primário do hormônio vegetal etileno, no entanto, o objetivo não foi alcançado, porém o produto comercial Bulk® (K (12%) + (20%) aminoácidos: metionina e cisteína), aplicado na fase de maturação e amadurecimento de frutos, foi o que conseguiu manter o mínimo do processo fotossintético das plantas nas condições edafoclimáticas estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Doenças Fisiológicas. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2ª Edição. Editora Universitária de Lavras, cap. 12, p. 347-354, Lavras – MG, 2013.

AZARAKHSH, M.R.; ASRAR, Z.; MANSOURI, H. Effects of seed and vegetative stage cysteine treatments on oxidative stress response molecules and enzymes in *Ocimum basilicum* L. under cobalt stress. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Weinheim, v.15, n.3, p.651-662, 2015.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. Nutrição Mineral e Adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Editora Universitária de Lavras, cap. 5, p. 65 - 130, Lavras – MG, 2013.

BATU, A. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 471 – 475, 2004.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica** - Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. de 2014.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2014. 60p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**.Lavras: ESAL; FAEPE, 1990. 320p.

DESMET, M.; LAMMERTYNA, J.; VAN LINDEN, V.; VERLINDEN, B. E.; DARIUS, P.; NICOLAI, B. M. The relative influence of stem and fruit properties on stem puncture injury in tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 101 – 109, 2004.

DU QI; ZHAO XIN-HUA; XIA LE; JIANG CHUN-JI; WANG XIAO-GUANG; HAN YI; WANG JING; YU HAI-QIU. Effects of potassium deficiency on photosynthesis, chloroplast ultrastructure, ROS, and antioxidant activities in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Integrative Agriculture**, 18(2): 395–406, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039 - 1042, 2011.

HERNANDEZ, M.; FERNANDEZ-GARCIA, N.; GARCIA-GARMA, J.; RUBIO-ASENSIO, J. S.; RUBIO, F.; OLMOS, E. Potassium starvation induces oxidative stress in *Solanum lycopersicum* L. roots. **Journal of Plant Physiology**, 169, 1366–1374, 2012.

HU, L.; HU, T.; ZHANG, X.; PANG, H.; FU, J. Exogenous Glycine Betaine Ameliorates the Adverse Effect of Salt Stress on Perennial Ryegrass. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.137, p.38-44, 2012.

HU, W.; COOMER, T. D.; LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M.; ZHOU, Z. Potassium deficiency affects the carbon-nitrogen balance in cotton leaves. **Plant Physiology & Biochemistry**, 115, 2017.

INOUE-NAGATA, A. K. Doenças causadas por vírus. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 225-239, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos** - 4ª Ed. 1ª Ed. Digital. São Paulo, 2008. 1002 p.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; BRON, I. U.; KLUGE, R. A. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teorias e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 153 – 189, 2008.

KAMANGA, R. M.; MBEGA, E.; NDAKIDEMI, P. Drought Tolerance Mechanisms in Plants: Physiological Responses Associated with Water Deficit Stress in *Solanum lycopersicum*. **Advances in Crop Science Technology**, Volume 6 • Issue 3 • 1000362, 2018.

KHAN, A. S.; AHMAD, B.; JASKANI, M. J.; AHMAD, R.; MALIK, A. U. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture and Biology**, Praga, v. 14, n. 3, p. 383-388, 2012.

MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agronômicas e industriais para a produção de atomatados. In: 52<sup>a</sup> Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 2, Salvador – Bahia, julho 2012.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, L. V.; BORDINI, I. C.; GALVÃO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.16, n.1, p.09 - 17, Jan/Fev. 2015.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; CALBO, A.G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 4, p. 656-660, 1998.

MOUCO, M. A. C.; LIMA FILHO, J. M. P. **Efeito da aplicação de aminoácidos na mangueira (*Mangifera indica* L.) na região semi-árida brasileira**. In: 6<sup>a</sup> Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas, 2004.

NASCIMENTO, W. V.; ABREU, R. L. M.; MEGGUER, C. A.; SILVA, L. C. R.; REIS, I. C. M. **Desenvolvimento de software para determinação da coloração de produtos hortícolas**. In: 7<sup>o</sup> Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano – Campus Rio Verde, outubro de 2018.

OMS-OLIU, G.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VAN DE POEL, B.; AMPOFO-ASIAMA, J.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, 62, 7 - 16, 2011.



SILVA, J.; GUEDES, I. M. R.; LIMA, C. E. P. Adubação e Nutrição. In: CLEMENTE F. M. V. T.; BOITEUX L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 105 - 127, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª Edição. Editora Artmed – Porto Alegre - RS, 2017. 858 p.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R. C.; REICHARDT, K.; DOURADO NETO, D. Foliar and Seed Application of Amino Acids Affects the Antioxidant Metabolism of the Soybean Crop. **Frontiers in Plant Science**. v. 8, p. 1 - 14, 2017.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis: Universidade Federal do Maranhão – UFMA, 186 p. 2010.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 643-653, 2010.

## CONCLUSÃO GERAL

A aplicação de fertilizantes organominerais líquidos aos 84 DAT de híbridos de tomate para processamento industrial, contendo aminoácidos e elementos nutricionais, mais especificamente, metionina e potássio, proporciona um incremento na produtividade e na maturação mais uniforme dos frutos.

Em condições de estresse biótico e/ou abiótico das plantas as respostas a esses produtos comerciais foram influenciadas, no entanto, quando observamos certo incremento na produtividade e, conseqüentemente, nas respostas fotossintéticas, nessas condições. Os aminoácidos e os elementos nutricionais contribuíram para manter o metabolismo da planta.

Os produtos avaliados não conseguiram mostrar seus potenciais nessas condições de cultivo e foram posicionados como adubação suplementar e não para correção de deficiência nutricional, nesse caso, as doses e fontes disponíveis no mercado devem ser analisados.

## APÊNDICE A

**Valores médios, medianos, mínimos e máximos para produtividade e conteúdo de nutrientes em folhas do tomateiro industrial, cultivado sob pivô central.**

Produtividade	Nutriente											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Mo
--- t.ha <sup>-1</sup> ---	--- dag.kg <sup>-1</sup> ---						--- mg.kg <sup>-1</sup> ---					
<b>Média</b>	110,2	3,6	0,6	3,4	2,6	0,6	0,4	313,3	514,6	153,5	32,9	
<b>Mediana</b>	108,6	3,7	0,6	3,8	2,5	0,6	0,4	270,0	559,0	151,0	32,1	
<b>Mínimo</b>	90,2	2,6	0,2	2,0	1,6	0,2	0,3	115,0	216,0	9,0	14,4	
<b>Máximo</b>	142,4	4,1	1,1	6,2	3,8	0,8	0,6	730,0	833,0	389,0	51,6	
<b>Fontes (2000)</b>	4-6	0,3-0,6	3-5	1-3	0,4-0,6	0,5-1	5-15	40-200	40-250	20-50	30-100	0,3-0,5
Malavolta et al. (1997)	4-6	0,4-0,8	3-5	1,4-4	0,4-0,8	0,3-1	5-15	100-300	50-250	30-100	30-100	

Fonte: Adaptado de Barber (1984); Mengel & Kirkby (1987); Marschner (1995)